665.5
Stlv

Alfred Stahl

Die verbreitung der Kaolinlagerstatten in Deutschland

Berlin
1911

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Die Verbreitung der Kaolinlagerstätten in Deutschland.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

GENEHMIGT

VON DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT
ZU BERLIN

Von

Alfred Stahl

aus Berlin.

Tag der Promotion: 12. August 1911.

Referenten:
Professor Dr. Branca
Professor Dr. Liebisch.

Mit Genehmigung der hohen Fakultät kommt hier nur der allgemeine Teil der Arbeit als Ganzes zum Abdruck, der spezielle Teil dagegen im Auszuge. Die vollständige Arbeit wird erscheinen im Archiv für Lagerstätten-Forschung, herausgegeben von der Kgl. Preuss. Geolog. Landesanstalt zu Berlin.

Hermann Blanke's Buchdruckerei und Verlag
Berlin C. 54,
Kleine Rosenthalerstrasse 9.

665.5
St 1 v.

20530 Revisor

Meinen lieben Eltern
gewidmet.

P 62207

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign Alternates

https://archive.org/details/dieverbreitungde00stah

Inhaltsübersicht.

Literaturverzeichnis (ist im Teildruck gestrichen).
Einleitung.
Spezieller Teil: Beschreibung der Lagerstätten.
A. Königreich Sachsen.
I. Kaoline im nordsächsischen Porphyrgebiete im Zusammenhang mit den Braunkohlenbildungen der Leipziger Bucht.
1. Hohburg bei Wurzen.
2. Altenbach bei Wurzen.
3. Oschatz-Mügelner Gegend.
a) Kemmlitz, Baderitz, Börtewitz, Kroptewitz, Pommlitz
b) Gegend von Oschatz.
c) Gegend von Mutzschen.
d) auf Sektion Leisnig.
4. Colditz.
5. Lausigk.
6. Gegend von Grimma.
7. Gegend von Liebertwolkwitz.
Rückblick.
II. Kaoline im sächsischen Granulitgebirge in Abhängigkeit von unteroligocänen Bildungen.
1. Gegend von Rosswein.
Anhang: Tonlager von Frankenau bei Mittweida.
III. Kaoline im Meissener Massiv an der Basis des Miocäns.
1. Gebiet südlich der Elbe. Gegend von Meissen.
2. Gebiet östlich der Elbe.
a) im Bereiche der Porphyrergüsse. — Baselitz.
b) im Syenit. — Radeburg.
IV. Kaoline in der nördlichen sächsischen Lausitz im Zusammenhang mit der miocänen Braunkohlenformation.
1. Gegend von Kamenz.
2. Piskowitz.
3. Horka, Neschwitz, Merka, Quatitz etc.
4. Adolfshütte.

5. Gegend von Bautzen.
Ueberblick.

V. Kaoline der südöstlichen Lausitz im Zusammenhang mit der miocänen Braunkohlenformation des Zittauer Beckens und Umgebung.
1. Zittauer Becken.
2. Eibau.
3. Oberoderwitz.

VI. Kaoline im zentralen Sachsen unter den Flözbildungen des Carbons.
1. Gegend von Zwickau.

VII. Kaoline im sächsischen Erzgebirge im Zusammenhang mit hydatogenen Erzgängen.
1. auf Eisensteingängen. — Aue. Sosa.
2. auf Zinnsteingängen.
Rückblick.

B. Provinz Schlesien.

I. Kaolin in der Gegend von Görlitz unter dem Miocän der preussischen Lausitz.

II. Kaoline am Sudetenrande, meist an der Basis der obermiocänen Braunkohlenformation.
1. Saarau.
2. Creisau.
3. Ruppersdorf.
3. Geppersdorf.
5. Sackerau (mit Graphit).
6. Friedeberg a. Qu.
7. Gegend von Neisse.
8. Neurode (unter der Steinkohle).

C. Provinz Sachsen und Thüringen.
1. Gegend von Halle (an der Basis des Unteroligocäns).
2. Muldenstein bei Bitterfeld (unter der miocänen Kohle).
3. Gebiet der thüringischen Buntsandsteine (an der Basis des Unteroligocäns.)
4. Altenburg.

D. Königreich Bayern.

I. Kaoline im Fichtelgebirge, durch Einwirkung von Säuerlingen entstanden.
1. Beobachtung an rezenten Säuerlingen.
2. Kaoline im engeren Basaltgebiete. — Haingrün, Preisdorf, Neudorf u. a.

3. Kaoline an Kalkzüge gebunden. — Göpfersgrün u. a.
4. Kaoline auf Quarzgängen. — Gleisinger Fels, Wintersreuth u. a.

II. Kaoline der Oberpfalz (meist durch Säuerlinge entstanden)
1. Kaolinisierte granitische Apophysen.
2. Schönhaid-Kornthann.
3. Grossensterz.
4. Tirschenreuth.
5. Zersetzungserscheinungen unter Braunkohle (Schindellohe).
6. Amberger Kaolinsandsteine.
a) Beschreibung der Vorkommen.
α) Hirschau, Schnaittenbach-Neunaigen.
β) Kohlberg.
γ) Tanzfleck b. Freihung.
δ) Kaltenbrunn.
ε) Steinfels.
b) Deutung der Lagerstätten.
7. Keilberg b. Regensburg.
8. auf Flussspatgängen bei Wölsenberg.

III. Kaoline im bayerischen Walde im Zusammenhange mit Graphitlagerstätten.
1. Gegend von Passau.

E. Königreich Württemberg.
1. Schwäbische Kaolinsandsteine (wahrscheinlich durch Sickerwässer entstanden).

F. Grossherzogtum Hessen.
1. auf Barytgängen im Odenwald.
2. auf Graphitlagerstätten im Odenwald.

G. Rheinprovinz.
1. Kaolinisierungserscheinungen unter dem Tertiär.
2. Geisenheim, Lorheim.
3. Türkismühl b. Nohfelden.

Allgemeiner Teil.

A. Einteilung der Kaolingesteine (autochthone und allochthone).

B. Ursachen der Kaolinbildung.
I. Exogene Kaoline.
II. Endogene Kaoline.

C. Allgemeines über Kaolinbildung.

Schlussbetrachtung.

Die Verbreitung der Kaolinlagerstätten in Deutschland.

Einleitung.

Die Theorie der postvulkanischen pneumatolytischen Entstehung des Kaolines hat verhältnismässig schnell ihren Einzug in die Geologie gehalten und auch in neueren Lehrbüchern Aufnahme gefunden. Die Zahl der Schriften jedoch, die sich gegen diese Theorie richten, und besonders auf geologisch-chemischer Grundlage fussen, wächst von Jahr zu Jahr, und für eine Anzahl von Kaolinlagerstätten ist bereits der Beweis geliefert worden, dass Pneumatolyse im Sinne jener Theorie bei der Genesis keine Rolle gespielt hat.

Wenn der bekannte Kaolinforscher H. Rösler, der Vertreter dieser Theorie, in seiner Arbeit „Beiträge zur Kenntnis einiger Kaolinlagerstätten" von der Ueberzeugung ausging, dass er eine erschöpfende Lösung der Kaolinfrage nur geben könne, dadurch, dass er möglichst viele und auch möglichst verschiedenartige Lagerstätten in den Kreis seiner Untersuchungen zog, so ist seine Methode im Prinzip zweifellos die geeignetste. Nur verliert die Vollständigkeit im Grossen ihren Wert, wenn sie im Kleinen nicht vorhanden ist.

Die Kaolinlagerstätten treten selten vereinzelt auf, meist sind sie zu grösseren oder kleineren Gruppen vergesellschaftet und stehen dann in der Regel in genetischem Zusammenhange. Ein kleines, unbedeuten-

des Kaolinvorkommen irgend einer Gruppe gibt mitunter für die Entstehungsfrage mehr Anhaltspunkte als die grossen, bekannten Lagerstätten. Es erscheint mir demgemäss geraten, die Kaolinlager nicht nur einzeln zu betrachten, sondern die Beobachtung auf ganze Gruppen zu erweitern, zu untersuchen, in welcher Weise die Kaolinlagerstätten sich gruppieren, zu welchen anderen geologischen Faktoren sie in Beziehung treten. Es soll daher eine der Hauptaufgaben dieser Arbeit, zu der ich die Anregung meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Dr. Stremme danke, sein, die Verteilung des Kaolins in den einzelnen Gebieten Deutschlands festzustellen, um aus dieser Verteilung auf die Genesis Schlüsse zu ziehen. Meine Ausführungen beschränken sich auf die deutschen Vorkommen, werden daher eine erschöpfende Lösung der Entstehungsfrage des Kaolins nicht liefern können, da nicht alle Typen von Kaolinlagerstätten in unserem Vaterlande vertreten sind — (ich denke da beispielsweise an die Kaoline in propylitischen Gesteinen, wie sie in Siebenbürgen vorkommen, in Deutschland aber fehlen). Es erschien mir jedoch erforderlich, erst einmal die Kaoline einzelner Gebiete in möglichster Vollständigkeit zusammenzustellen, da erst dann durch Vereinigung solcher Arbeiten das Problem wirklich umfassend gelöst werden kann. Als einen Beitrag zu diesem Endzwecke betrachte ich die Abhandlung, die ich teils auf Grund eigener Untersuchungen, teils nach der betr. Spezialliteratur zusammengestellt habe.

Selbst besucht habe ich die Kaolinvorkommen von

Hohburg	Lausigk
Altenbach	Rosswein (sächs. Granulitgebirge)
Oschatz-Mügeln	
Colditz	Radeburg

Kamenz
Hirschfelde
Eibau
Oberoderwitz
Saarau
Creisau
Friedeberg a. Qu.
Dölau b. Halle
Muldenstein b. Bitterfeld
Altenburg
Fichtelgebirge
Wondreb
Schönhaid-Kornthann
Grossensterz
Tirschenreuth
Amberger Gegend
Passau.

Spezieller Teil:

Beschreibung der Lagerstätten.

A. Königreich Sachsen.

I. Kaoline im nordsächsischen Porphyrgebiete im Zusammenhange mit der oligocänen Braunkohlenformation der Leipziger Bucht.

Der nordwestliche Teil des Königreiches Sachsen bildete zu mittelrotliegender Zeit den Schauplatz gewaltiger Deckenergüsse kon Porphyrgesteinen, von denen petrographisch zahlreiche Varietäten unterschieschieden werden. Durch spätere Erosion wurden aus dieser Decke Hügel und Mulden herausmodelliert und dadurch der Gegend der Charakter einer flachen Hügellandschaft verliehen. Im Vorlande dieser Porphyrhügel fand in unteroligocäner Zeit die Braunkohlenformation in der sog. Leipziger Bucht ein geschütztes Ablagerungsgebiet, und auch die Depressionen und Mulden der ehemaligen Porphyrdecke selbst boten geeignete Bedingungen für die Entstehung oligocäner Flachmoore.

Der Einwirkung solcher Moore auf ihre porphyrische Unterlage schreibt Stremme[1]) die Entstehung des Kaolins von Lausigk zu, da er den von ihm selbst und anderen Forschern bereits mehrfach konstatierten Zusammenhang von Kaolin und Braunkohle auch hier bestätigt findet. Das Vorkommen von Lausigk gehört zu dieser grossen Gruppe von Kaolinen im nordsächsischen Porphyrgebiete, die infolge ihrer Nachbarschaft und des gleichartigen Auftretens sämtlich gleicher Entstehung sein dürften. Es fragt sich: Ist dieser bei Lausigk beobachtete Zusammenhang von Kaolin und Braunkohle auch bei den übrigen Lagerstätten der Gruppe zu konstatieren oder handelt es sich bei Lausigk um ein zufälliges Zusammentreffen? Die Beschreibung der einzelnen Vorkommen mag diese Frage beantworten.

1. Hohburg bei Wurzen.

Bei Hohburg, ca. 6 km nördlich Wurzen, ist der Hohburger Quarzporphyr der Kaolinisierung anheimgefallen und hat hier einen der reinsten und wertvollsten Kaoline Deutschlands geliefert mit ca. 50% ausschlämmbarem Materiale. Die Kaolinlagerstätte findet sich am Fusse eines Porphyrhügels, des „kleinen Berges“, an den sie sich anlegt, derart, dass die untere Grenze des Kaolines, die durch mehrere Bohrungen tatsächlich erreicht ist, nach dem Berge zu in SO-Richtung allmählich ansteigt. Die Gestalt der Lagerstätte ergibt sich daraus als flach schüsselförmig. Der beobachtete Uebergang des Kaolines nach der Tiefe zu in festen Porphyr charakterisiert denselben als eine Oberflächenzersetzung und widerlegt die Röslersche Ansicht von einer pneumatolytischen Entstehung des Hohburger Kaolines. Ein

[1]) Sprechsaal f. d. keram. Ind. 1909.

durchaus vereinzeltes und lokales Vorkommen von Graphit in kleinen Adern und Knauern, das als Stütze für diese Meinung herangezogen wird, hat mit der Kaolinbildung sicher nichts zu tun, sind doch derartige Graphitvorkommen in Porphyren und Granitporphyren Sachsens auch sonst bekannt geworden.

Im Hangenden des Kaolines treten bis 2 m mächtige Fetzen einer unreinen, stark verschlämmten Braunkohle auf, die als der letzte, lokal umgelagerte Ueberrest eines abradierten Braunkohlenl a g e r s zu betrachten sind, das ehemals den Kaolin überlagerte. Dafür sprechen u. a. Schwefelkiesknollen, die im Kaolin in grosser Zahl auftreten und zu ihrer Entstehung einsickerndes H_2S haltiges Moorwasser voraussetzen, das imstande war, den ausgelaugten Fe-Gehalt des Gesteines zu fällen, ferner lokal zu beobachtende Graufärbung des Kaolines durch Humuskolloidstoffe.

Die Grenze der stark undulierten Kaolinoberfläche gegen das bedeckende Tertiär ist auffallend scharf und das Material unverschlämmt, was schwer verständlich wäre, wenn das Braunkohlenmoor bei seiner Bildung den Kaolin als solchen bereits vorgefunden hätte. Dieser Umstand redet daher einer gleichzeitigen Entstehung von Kaolin und Braunkohle das Wort, ebenso wie das Auftreten der Schwefelkiesknollen; denn die Entstehung derselben wäre schwer zu deuten, wenn der gesamte Fe-Gehalt des ursprünglichen Porphyres bereits ausgelaugt gewesen wäre. Es bleibt somit die Annahme am wahrscheinlichsten, dass die Prozesse der Moorbildung und Kaolinbildung nebeneinander hergingen, dass der Kaolin seine Entstehung der Einwirkung der tertiären Moorwässer auf den Porphyr verdankt.

2. Altenbach bei Wurzen.

Am Bahnhof Altenbach, südl. Wurzen findet sich der Granitporphyr, der hier gangförmig die Porphyr-

decke durchsetzt, bis auf 15 und 20 m Tiefe kaolinisiert. Auch hier steigt die untere Grenze allmählich an, so dass die Gestalt der Lagerstätte wiederum flach schüsselförmig ist. Im Hangenden finden sich Braunkohlefetzen, die ebenso zu deuten sind wie bei Hohburg, desgleichen kommen auch hier im Kaolin Schwefelkiesknollen vor. Der Zusammenhang des Kaolines mit Braunkohlenbildungen ist daher auch bei Altenbach nicht zu verkennen.

3. Oschatz-Mügeln.

a) Kemmlitz, Baderitz, Börtewitz, Kroptewitz, Pommlitz.

Das Material dieser bedeutenden Lagerstätten ist aus der verbreitetsten Varietät der nordsächsischen Porphyre, dem Rochlitzer Quarzporphyr hervorgegangen. Bei Pommlitz, Börtewitz (Schachtprofil) und lokal auch bei Kemmlitz ist die untere Grenze des Kaolines erbohrt, also der Uebergang nach der Tiefe zu in unzersetztes Gestein festgestellt worden, so dass auch für dieses Vorkommen die Röslersche Annahme einer pneumatolytischen Entstehung nicht aufrecht erhalten werden kann, um so mehr, als auch die Verteilung des Kaolines in diesem Gebiete durchaus nicht geeignet ist, jener Theorie das Wort zu reden.

Es lassen sich 2 grosse Becken unterscheiden, ein östliches von Baderitz und ein ungleich grösseres westliches, das von jenem durch einen unzersetzten Porphyrrumpf getrennt ist. Der Kaolin begleitet den Rand dieses grossen nach NW zu offenen Beckens, erstreckt sich auch teilweise, wie bei Kemmlilz nach der Mitte desselben hin. Bei Pommlitz tritt das Lager zu Tage um allmählich auszukeilen, daher herrschen hier ganz geringe Mächtigkeiten vor (3 m), bei Kemmlitz im Centrum des Beckens, dagegen ist die Mächtigkeit recht bedeutend (> 35 m).

Kann es kaum mehr zweifelhaft erscheinen, dass der Kaolin des Mügelner Gebietes ebenso wie der

von Hohburg und Altenbach einem von oben nach unten wirkenden Zersetzungsprozess seine Entstehung verdankt, so sind die Anzeichen für die Ursache der Kaolinbildung in diesem Gebiete nicht so augenfällig wie an jenen Orten. Wenn man aber auch hier keine Kohle über dem Kaolin lagern sieht wie bei Hohburg und Altenbach, so sind doch mannigfache Anhaltspunkte für die Annahme gegeben, dass auch in diesem Gebiete einst die Braunkohlenformation ausgebildet war, ein Standpunkt, den auch Siegerth in den Erläuterungen zu Sektion Oschatz-Mügeln vertritt. Das Gebiet weist Spuren einer tiefgreifenden Erosion auf, die schon vor der Diluvialzeit begonnen haben mag, in derselben aber jedenfalls ihren Höhepunkt erreichte. Dafür spricht die bei Baderitz beobachtete Verunreinigung der oberen Kaolinpartieen mit Diluvialsanden. Bei einer so tiefgehenden Abtragung kann es nicht Wunder nehmen, wenn von dem Tertiär gegenwärtig nichts mehr erhalten ist als wenige Erosionsresidua. Solche sind aber in unserem Gebiete durchaus nicht selten in Gestalt weisser und schwarzer Braunkohlentone, Knollensteine, ja sogar lokal stark verschlämmter Kohlefetzen. Interessant ist in dieser Beziehung auch die Beobachtung, dass der Diluviallehm im Hangenden des Kaolines von Pommlitz lokal durch Kohle intensiv gefärbt erschien und Kalilauge färbt. Es ist ausserdem anzunehmen, dass das 12—20 m mächtige, diluviale Deckgebirge, das die Gewinnung des Kaolines im Tiefbau bedingt, noch weit mehr tertiäre Reste verhüllt.

b, c, d) Gegend von Oschatz, Mutzschen, Leisnig.

In der Umgebung dieser Orte treten kleinere Kaolinvorkommen von geringer Ausdehnung auf, die nach der Tiefe zu in unzersetztes Gestein übergehen,

sich also als Oberflächenzersetzungen darstellen und stets von tertiären Resten begleitet werden. Auch bei

4. Colditz finden sich im Hangenden des > 30 m mächtigen, aus Rochlitzer Quarzporphyr hervorgegangenen Kaolinlagers unteroligocäne Bildungen, Tone und Knollensteine, auch zeigte sich der Diluviallehm über dem Kaolin lokal durch Kohle stark gefärbt.

5. Bei Lausigk sind beträchtliche Lager von Porphyrkaolin aufgeschlossen, die z. T. noch heute von Braunkohlen überlagert werden. Auf den genetischen Zusammenhang beider hat Stremme hingewiesen.

Weitere Kaolinvorkommen, ebenfalls in Begleituqg des Unteroligocäns sind in der Gegend von Grimma bekannt geworden, ferner unter dem Kohlenlager bei Liebertwolkwitz. Hier interessieren besonders die Lagerungsverhältnisse. Der Porphyr bildet nämlich bei Grosspösna 2 unterirdische Kuppen, an die sich das Braunkohlenflöz ringsum anschmiegt, und an den Anlagerungsstellen ist der Porphyr kaolinisiert. Wir werden später auf diese Lagerungsverhältnisse zurückkommen.

Rückblick.

Die enge, räumliche Gruppierung aller soeben beschriebenen Kaoline, sowie ihr gleichartiges Auftreten rechtfertigen den Schluss, dass alle ungefähr zu derselben Zeit und unter denselben Bedingungen entstanden sind. Fassen wir das Resultat der bisherigen Ausführungen zusammen: Die Kaoline des nordsächsischen Porphyrgebietes stellen sich sämtlich als Oberflächenzersetzungen dar, und zeigen eine Abhängigkeit von den unteroligocänen Landbildungen, bisweilen

auch einen Zusammenhang mit Braunkohle.

II. Kaoline im sächsischen Granulitgebirge (in Abhängigkeit von oligocänen Bildungen).

Das sächsische Mittelgebirge stellt einen SW — NO gestreckten Lakkolithen von ovaler Gestalt dar und baut sich im Kerne im wesentlichen aus verschiedenen Varietäten des Granulites auf, eines feldspatreichen Gesteines. Vom Oligocän wird das Granulitgebirge besonders in seinem mittleren Teile bedeckt, in der Gegend von Mittweida, im nordöstlichen Teile dagegen scheint die Braunkohlenformation grössere Verbreitung niemals besessen zu haben. Sie hat sich hier nur lokal in kleinen Becken entwickelt und ist durch spätere Erosion bis auf wenige, in Vertiefungen des Untergrundes erhalten gebliebene Ueberreste wieder der Zerstörung anheimgefallen, sodass oligocäne Ablagerungen in diesem Gebiete zu den Seltenheiten gehören. Umsomehr muss es auffallen, dass gerade an solchen Stellen, deren ehemalige oligocäne Bedeckung durch Residua dieser Formation klar hervorgeht, Kaolin bezw. analoge Zersetzungsprodukte der Gesteine auftreten, so dass hier so deutlich wie kaum an einer anderen Stelle der Zusammenhang zwischen Kaolin und der Braunkohlenformation zu erkennen ist und die Annahme eines zufälligen Zusammentreffens beider Faktoren besonders unwahrscheinlich wird.

Die Kaoline dieses Gebietes liegen sämtlich in der Gegend von Rosswein. Aufgeschlossen ist gegenwärtig allein das Vorkommen am „grünen Hause“ auf der Hochfläche zwischen Naundorf und Littdorf (Sektion Waldheim-Böhringen). Das der Kaolinisierung anheimgefallene Gestein ist die normale, schief-

rig plattige Varietät des Granulites von weisslicher bis lichtrötlicher Farbe und feinkörnigem Gefüge. Der Kaolin ist in der Regel von rein weisser Farbe, seltener bläulich, in welchem Falle er sich angeblich braun brennt. Die schiefrige Struktur ist noch völlig erhalten, Biotitglimmer war dagegen makroskopisch nicht zu beobachten; derselbe ist zum grössten Teile der Zersetzung anheimgefallen. Nach der Tiefe zu wird der Kaolin fester und grusiger und geht allmählich in den unzersetzten Granulit über. Die Tiefe, bis zu der die Zersetzung vorgeschritten ist, wird von E. Dathe[2]) zu 20 m angegeben. In der gegenwärtig im Abbau begriffenen Grube der Tonwarenfabrik C. Starke u. Co. soll jedoch der brauchbare Kaolin bereits bei 8 m Teufe sein Ende erreichen. Jedenfalls gibt sich die Kaolinisierung deutlich als eine Oberflächenzersetzung zu erkennen.

Ueber dem Kaolin liegt eine ziemlich weit verfolgbare, 1—2 m mächtige Ablagerung von Kiesen und weissen Sanden, deren Gerölle aus Milchquarz und Kieselschiefer bestehen, und die Dathe dem Unteroligocän zurechnet. Ueber diese legt sich eine schwache Lösslehmdecke. Solche Kiese und Sande, sowie in grosser Menge auftretende Knollensteine bilden nicht die einzigen Ueberreste des Oligocäns. Vielmehr fand ich in einer 5 m tiefen Einbuchtung der Kaolinoberfläche auch weisse Tone. Ferner zeigte sich daselbst der Lösslehm durch Braunkohle intensiv schwarzbraun gefärbt. Risse in den oberen Partien des Kaolins wiesen einen dünnen Schwefelkiesüberzug auf, auch sollen Schwefelkiesknollen im Kaolin nicht selten vorkommen.

[2]) Erl. zu Sekt. Waldheim-Böhringen der geol. Spezialkarte v. Sachsen.

Kaum 1 km nordnordwestlich von der Kaolinlagerstätte ist am „grünen Hause“ in einer Tongrube (Einsiedels. Ziegelei) ein grösserer tertiärer Schichtenkomplex aufgeschlossen. Weisse Tone und Sande wechsellagern hier und sind in etwa 8 m Mächtigkeit durch Abbau freigelegt. Unter denselben scheint Braunkohle zu liegen, die hin und wieder durch eine Quelle zu Tage gefördert wird. Die untere Grenze dieser tertiären Gebilde ist nicht bekannt, sie liegt jedenfalls > 10 m tiefer als die Kaolinoberfläche, so dass ein Transport dieser Bildungen von der Kaolinlagerstätte nach ihrem jetzigen Ablagerungsort wohl möglich erscheint.

III. Kaoline des Meissener Gebirgsmassivs, im Zusammenhang mit der miocänen Braunkohlenformation.

Die Kaoline der Umgegend von Meissen (Löthain, Schletta, Seilitz) werden von Stremme und Barnitzke im Gegensatz zu Rösler als Oberflächenzersetzungen aufgefasst, und zwar sind dieselben nach Stremme im Zusammenhang mit miocänen Braunkohlenbildungen entstanden.

Das Kaolinlager von Baselitz, aus Dobritzer Quarzporphyr hervorgegangen, ist durch sein Profil interessant, insofern, als durch zahlreiche Bohrungen seine Gestalt und Erstreckung in horizontaler und vertikaler Richtung mit grosser Genauigkeit festgestellt worden ist. Danach handelt es sich um 2 durch Oberflächenzersetzung gebildete Nester von flach schüsselförmiger Gestalt, die sich an einen trennenden Porphyrhügel anlegen. Im Hangenden kommen zahlreiche Braunkohlenquarzite vor.

Bei Radeburg ist der rötliche Hornblendesyenit bis auf eine Tiefe von > 25 m der Kaolinisierung anheimgefallen. Nach der Tiefe zu wird der durch chlo-

ritische Zersetzungsprodukte der Hornblende schwach grünlich gefärbte Kaolin grusiger und fester, woraus hervorgeht, dass auch dieser Kaolin durch von oben nach unten wirkende Agentien gebildet wurde. Das Hangende besteht aus diluvialem Lehm, der zahlreiche Knollensteine einschliesst.

IV. Die Kaoline der nördlichen sächsischen Lausitz im Zusammenhang mit der miocänen Braunkohlenformation.

Die Verbreitung des Kaolins in der nördlichen sächsischen Lausitz ist eine so bedeutende, dass man unbedenklich diese Gegend für das reichste Kaolingebiet Deutschlands ansprechen kann. Nur steht die Qualität und demgemäss auch die technische Verwendbarkeit desselben in keinem Verhältnis zu der Anzahl und der Grösse der Lagerstätten, die sich häufig auf mehrere □km beläuft und daher auch bei der Kartierung des Gebietes berücksichtigt werden musste. Kaolin findet sich hier auf einem ca. 30 km langen und 3—5 km breiten Streifen zwischen Kamenz und Klixe, also hauptsächlich im Bereiche der Sektionen Kamenz, Kloster St. Marienstern, Radibor, sowie der angrenzenden Königswartha und Bautzen. Ueber das geologische Auftreten desselben berichtet O. Herrmann,[3]) dass der „Kaolinton", d. h. das von der normalen, grusigen Verwitterung abweichende Zersetzungsprodukt des Lausitzer Granites nur in der flachen nördlichen Hälfte der Kartengebiete, und hier namentlich in den Depressionen auftritt, „in Anlagerung an die hervorragenden Granitkuppen." In analoger Weise ist auch die miocäne Braunkohlenformation nur in der flachen nördlichen Hälfte des Gebietes zur Entwicklung ge-

[3]) Erl. zu Sekt. Kloster St. Marienstern der geol. Spezialkarte von Sachsen.

langt, und ihr Flöze bildeten sich gleichfalls in den Depressionen und Mulden, indem sie sich an die Granitkuppen anlegten. Die Braunkohlenformation hat ursprünglich in dem Kaolingebiete eine grosse Ausdehnung, besessen ist aber bis auf kleinere Fetzen der Erosion zum Opfer gefallen.

Ueberlagert wird der Kaolin von autochthoner Kohle gegenwärtig noch bei Piskowitz, Adolfshütte, ferner im Bereiche der Braunkohlenformationen von Schmeckwitz und Wetro — Guhra — Pannewitz.

Die Kaoline der nördlichen Lausitz sind sämtlich aus dem Lausitzer Granitit hervorgegangen, der mitunter, besonders im Norden grobkörnig porphyrische Struktur zeigt. Daneben ist auch lokal im Norden des Gebietes, besonders in der Gegend von Strassgräbchen, ferner bei Schwepnitz die kulmische Grauwacke der Kaolinisierung anheimgefallen. Im reinsten Zustande sind die Lausitzer Kaoline von fast vollkommen weisser Farbe meist sind sie jedoch Fehaltig und dadurch grün oder gelb gefärbt. Der Fe-gehalt geht in der Hauptsache aus der Zersetzung des Biotites hervor, der in den Lausitzer Kaolinen fast niemals frisch und ungebleicht anzutreffen ist. Häufig ist der Kaolin auch durch grünliche Zersetzungsprodukte des Glimmers grüngefärbt. Der Zusammenhang des Kaolins mit den Flözbildungen der miocänen Braunkohlenformation, der an einzelnen Stellen des Gebietes zu beobachten ist, lässt sich unbedenklich verallgemeinern, da mit Bestimmtheit angenommen werden kann, dass einst in den Depressionen des ganzen Gebietes die Braunkohlenformation ausgebildet war. Dazu kommt die bisweilen (auch da, wo die Kohle erodiert ist, z. B. Piskowitz) auftretende Braunfärbung des Kaolins durch Humusstoffe und ferner nicht zum wenigsten die Gestalt und Lagerungsverhältnis-

se des Kaolins, die, wie bereits erwähnt wurde, denen der Braunkohlenlager auffallend ähnlich sind, indem sich beide vorwiegend in den Mulden und Depressionen finden und an die aufragenden Granitkuppen anlegen. Für einen genetischen Zusammenhang des Lausitzer Kaolins mit den Braunkohlenbildungen spricht weiter die Tatsache, dass sich der Kaolin nur in der nördlichen Hälfte des Lausitzer Granitmassivs findet, also an die Verbreitung der Braunkohlenformation gebunden ist, und endlich, dass der Kaolin keine zusammenhängende Decke bildet, sondern nur grössere oder kleinere Nester, oder besser gesagt, Becken.

V. Kaoline der südlichen Lausitz im Zusammenhang mit der miocänen Braunkohlenformation des Zittauer Beckens.

Im Zittauer Becken ist sowohl im Osten, in der Gegend von Hirschfelde, als auch im Westen, bei Zittau, Kaolin unter der primär allochthonen Kohle bekannt geworden. Während die Mächtigkeit des bei Hirschfelde aus dem grobkörnigen Rumburger Granitit hervorgegangenen Kaolines nur 1—1,5 m betragen soll, geht der unter dem Kohlenflöz bei Zittau erbohrte Kaolin erst bei 18 m allmählich in den unzersetzten Lausitzer Granitit über. Eine Erklärung für die Kaolinisierung des Granites zu geben, ist in diesem Falle nicht leicht, da die Kohle, wie bereits erwähnt, primär allochthonen Charakter trägt. Mir scheint folgende Annahme am wahrscheinlichsten. Wenn ein Gebiet wie das Zittauer Becken geeignet war als Ablagerungsort für aus der Umgebung zusammengeflösstes Pflanzenmaterial, so bot dasselbe lokal sicher auch Bedingungen für Autochthonie. Es ist also wohl möglich, dass am N-Rande dieses Bek-

kens, auf den sich die Kaolinisierung zu beschränken scheint zur Zeit der Braunkohlenablagerung Moorbildungen bereits eingesetzt hatten, die durch das darübergeschwemmte Material zum Abschluss kamen. Ersteren hätte dann der Kaolin seine Entstehung zu verdanken, während dieselben für die Bildung der Kohle unwesentlich sind. Dass die Kaolinisierung hier vielleicht auf praetertiäre, etwa senone Kohlen zurückzuführen wäre, halte ich für unwahrscheinlich, da keinerlei Anhaltspunkte dafür vorliegen.

2. Eibau.

Der aus Lausitzer Granitit hervorgegangene Eibauer Kaolin bildet das grösste und bedeutendste Vorkommen einer Gruppe, die im Basaltgebiete der Südlausitz im Bereiche der Sektion Rumburg-Seifhennersdorf bekannt geworden ist, meist nur durch temporäre Aufschlüsse. Während für einen Teil derselben die Tiefe der Kaolinisierung zu 6—10 m festgestellt worden ist, haben die Bohrungen bei Eibau bei 20 m Kaolinmächtigkeit das unzersetzte Gestein noch nicht erreicht. Der Eibauer Kaolin folgt in seiner Längserstreckung einem Basaltrücken, was auf einen genetischen Zusammenhang der Kaolinisierung mit der Basalteruption schliessen lassen könnte. Jedoch ist hervorzuheben, dass der Basaltrücken den Erosionsrest einer Decke darstellt, dass also seine jetzige Gestalt und Erstreckung eine zufällige, durch Erosion bedingte ist, so dass man für eine Kaolinisierung längs dieser Richtung keinen ursächlichen Grund einsehen kann. Dass indessen der Kaolin tatsächlich höchstens gleichaltrig oder aber jünger als der Basalt ist, ergibt sich aus dem Funde eines völlig kaolinisierten Basaltgerölles, das etwas nordöstlich, unterhalb der auf einem flachen Hügel gelegenen Lagerstätte beim Brunnenbau in wasserführenden Quarzsanden

angetroffen wurde. Auffällig und bei der Frage nach der Genesis in Erwägung zu ziehen sind sodann noch folgende Momente. Der Kaolin zeigt sich lokal grünlich gefärbt, was ich bei pneumatolytischen Kaolinen nicht beobachtet habe. Auch ist die normale Farbe des Kaolines kein reines Weiss, sondern derselbe ist schwach crèmefarbig, brennt sich jedoch absolut weiss, was auf einen Gehalt an organischer Substanz schliessen lässt. Dazu kommt noch die Angabe, dass sich das kaolinisierte Basaltgeröll in wasserführenden Quarzsanden gefunden haben soll (vielleicht miocän?) und endlich der Fund eines grösseren tertiären Süsswasserquarzites im Hangenden, der vielleicht auf das ehemalige Vorhandensein der Braunkohlenformation über dem Kaolin hindeutet.

Unterstützt wird diese Andeutung durch die auffallende Tatsache, dass der diluviale Bänderton dieses Gebietes, der gerade bei den Kaolinfundorten auftritt, Braunkohlenreste aufweist. Er ist durch Braunkohlen mulm gefärbt und führt horizontalgelagerte, z. T. armstarke Lignite und reichlich Kaolin. Es finden sich hier also, Braunkohle und Kaolin z u s a m m e n auf sekundärer Lagerstätte, und es ist daher im Verein mit den oben angeführten Momenten wohl möglich, dass auch die primäre Lagerstätte beider dieselbe war. Wie oben angegeben, muss der Kaolin jünger oder höchstens gleichaltrig sein mit dem Basalte. Da dessen Eruption in das oberste Oligocän fällt, so bleibt, vorausgesetzt, dass ein Zusammenhang der Kaolinisierung mit dem Basalte nicht existiert, die Annahme am wahrscheinlichsten, dass die Kaolinisierung ins Miocän zu verlegen ist und mit den Braunkohlenbildungen dieser Formation im Zusammenhange steht.

Ein dem vorigen analoges Vorkommen dieser Gruppe ist früher an der Rittergutsziegelei Oberoderwitz aufgeschlossen worden.

VI. Kaolinvorkommen im Zusammenhange mit dem Carbon des zentralen Sachsens.

Hier interessiert besonders ein Vorkommen von tonig zersetztem Melaphyr, das Endell unter der Zwickauer Steinkohle nachwies.

VII. Kaoline im sächsischen Erzgebirge im Zusammenhang mit Erzgängen.

In diese Gruppe gehört das am längsten bekannte Vorkommen Sachsens und Europas überhaupt, zwischen Schneeberg und Aue gelegen, das in Begleitung von Roteisensteingängen auftritt. Kaolinvorkommen im Nebengestein derartiger Gänge sind im sächsischen Erzgebirge nichts Seltenes (von den Bergleuten als „Guhr" bezeichnet), und der Annahme eines genetischen Zusammenhanges zwischen beiden, also einer Entstehung des Kaolines durch die Mineralösungen dürften die Lagerungsverhältnisse vollauf entsprechen. Auch im Bereiche der sächsischen Zinnerzformation tritt im Nebengestein der Gänge untergeordnet Kaolin auf.

Werfen wir noch kurz zusammenfassend einen Rückblick auf die sächsischen Kaolinlagerstätten. Weitaus die meisten gruppieren sich am nördlichen Rande des Königreiches, geben sich als Oberflächenzersetzungen kund und zeigen in ihrer Verbreitung eine Abhängigkeit von den terrestren Ablagerungen im W des Oligocäns und im O des Miocäns.

Die Abhängigkeit der sächsischen Kaoline von der Braunkohlenformation verliert den Charakter der Zufälligkeit, da sie im ganzen Gebiete, an sämtlichen Vorkommen zu beobachten ist. Die Kaolinisierung ist daher auf die Bildungen der bei-

den Braunkohlenformationen zurückzuführen. Von diesen kommen als gesteinszersetzende Agentien lediglich die CO_2-haltigen Humuswässer der Braunkohlenmoore in Betracht.

Bestätigung findet diese Annahme in der lokal stattfindenden Ueberlagerung des Kaolines durch autochthone Braunkohlenlager. In anderen Fällen lässt sich der Nachweis führen, dass eine solche ursprünglich ebenfalls vorhanden war, infolge Erosion der Kohle aber gegenwärtig nicht mehr zu beobachten ist. Dazu kommt die meist flach schüsselförmige Gestalt der Kaolinlagerstätten, ihr Auftreten in Depressionen und Mulden, ihre Anlagerung an aufragende Gesteinskuppen, Lagerungsverhältnisse, die denen der Braunkohlenflöze analog sind. Auf weitere Momente, Grau- und Braunfärbung durch Humuskolloide, Wurzelreste, Schwefelkiesknollen etc. ist bereits früher hingewiesen worden. Eine Einschaltung von mächtigen Tonschichten oder gar Kaolintonen zwischen Kaolin und autochthoner Braunkohle ist nicht beobachtet worden.

Die Kaolinvorkommen am nördlichen Rande des Königreiches Sachsen sind daher entstanden durch die Einwirkung im W der oligocänen, im O der miocänen Braunkohlenmoore auf ihre feldspatreiche Gesteinsunterlage.

Eine zweite, weit kleinere Gruppe steht im Zusammenhang mit den Flözbildungen der Steinkohlenformation, die dritte endlich gehört zu den postvulkanischen Erscheinungen und steht im Zusammenhang mit hydatogenen Erzgängen.

B. Provinz Schlesien.

An die miocänen Ablagerungen der sächsischen Lausitz schliessen sich unmittelbar diejenigen der Umgegend von Görlitz an. Auch hier ist an der Basis des Tertiärs Kaolin bekannt geworden.

Die wichtigsten Kaolinlagerstätten Schlesiens finden sich an der Basis der nach Michael obermiocänen subsudetischen Braunkohlenformation besonders bei Saarau im Kreise Schweidnitz und im Strehlener Kreise. Berg[4]) erwähnt folgende Vorkommen: Sacrau, Marxdorf, Saarau, Haynau (hier aus Glimmerschiefer hervorgegangen), Gegend von Münsterberg und Frankenstein (wo die miocäne Kohle auf zersetzten Serpentinen auflagert), Charakteristisch ist für alle diese Vorkommen der Gehalt an Eisenspat, der sich in Form pfefferkorngrosser (seltener Pflaumengrösse) Knotten oft reichlich im Kaolin eingestreut findet.

1. Saarau.

Der Kaolin von Saarau geht bei 35—40 m Mächtigkeit nach der Tiefe zu in festen Striegauer Granit über, ist demnach als Oberflächenzersetzung aufzufassen. Er begleitet unter diluvialer Bedeckung im N, O und W den Rand der Saarauer Braunkohlenmulde, in deren Centrum er gleichfalls häufig unter der Kohle erbohrt wurde, nur durch eine 1—2 m mächtige, wasserführende Sandschicht von dieser getrennt. Der Zusammenhang von Kaolin und Braunkohle muss auch hier auffallen. Ein genetischer Zusammenhang kann jedoch nur in dem Falle bestehen, dass das Flöz autochthoner Natur ist. Diese Frage lässt sich jetzt nicht mehr mit Sicherheit ent-

[4]) Ueb. d. petrograph. Entwicklg. d. niederschl. Miocäns Mon. Ber. d. d. geol. Ges. 1906.

scheiden, da der Abbau der Kohle eingestellt worden ist, scheint mir aber aus folgenden Gründen doch bejaht werden zu müssen. Priemel macht darauf aufmerksam, dass gerade bei Saarau auffallend lange, unzerbrochene Lignit-Stämme auftreten, „die bei rein allochthoner Bildung auf einem gewaltsamen Transport von weither sicher zerbrochen wären.“ Das Auftreten der Kohle im wesentlichen in einer geschlossenen Bank, die dichte, feste Beschaffenheit derselben in den unteren Flözpartien, ihre Vorkommen in kleinen, isolierten Becken scheint mir jedenfalls mehr für Autochthonie als Allochthonie zu sprechen. Dazu kommt noch, dass an der Grenze zwischen Braunkohlenflöz und dem weissen Kaolin eine Lage eines pechschwarzen, schön geschichteten Dopplerites auftrat, die unbedingt auf autochthone Moorbildung hinweisen dürfte. Damit ist dann aber auch die Deutung des Kaolines als eines Zersetzungsproduktes unter der Einwirkung der Moorwässer gegeben.

Von den übrigen schlesischen Kaolinen sei hier der von Creisau erwähnt, ausgezeichnet durch seine rote Farbe, die wahrscheinlich auf beigemengte kolloidale Eisenoxydsilikate zurückzuführen ist. Der rote Kaolin enthält 8.76% Fe_2O_3 und geht nach oben zu ganz plötzlich in rein weisses Material über.

Das 30 m mächtige Kaolinlager von Ruppersdorf östl. Strehlen dürfte dem Typus der Saarauer Kaolinlagerstätte entsprechen.

Bei Sackerau tritt Kaolin als Begleiter von Graphit mit Nontronit und Opal auf, das Vorkommen dürfte dem Typus der später zu behandelnden Passauer Lagerstätten entsprechen.

Neben einem neu aufgeschlossenen Kaolinlager von Friedeberg a. Qu. sei noch erwähnt, dass auch unter der Braunkohle der Grube Lentschb. Neisse (O.-Schl.) Kaolin bekannt geworden ist,

und endlich das Vorkommen von feuerfestem Schieferton bei Neurode und Schlegel, der von Tannhäuser[5]) als Zersetzungsprodukt von Diabas unter der autochthonen karbonischen Kohle aufgefasst wird.

C. Provinz Sachsen und Thüringen.

Die Kaoline der Gegend von Halle sind nach neueren Arbeiten sämtlich als oberflächliche Zersetzungsprodukte tertiären Alters aufzufassen. Teilweise werden sie noch heute von Braunkohlen bedeckt und daher von Stremme[6]) mit den unteroligocänen Braunkohlen dieses Gebietes in Zusammenhang gebracht.

Gleicher Entstehung sind nach Weiss[7]) die Kaolinerden in den in situ zersetzten thüringischen Buntsandsteinen.

Unter miocäner Kohle ist Kaolin bei Muldenstein, unweit Bitterfeld, aufgeschlossen.

In der Gegend von Altenburg sind kaolinisierte Porphyrite und kaolinhaltige Sandsteine des Oberrotliegenden aufgeschlossen. Wie Verf. kürzlich zu zeigen versuchte,[8]) können diese oberrotliegenden Kaolinsandsteine nicht das Aufbereitungsprodukt der Porphyritkaoline darstellen, da in ihnen u. a. auch kaolinisierte Granulitgerölle vorkommen. Vielmehr handelt es sich hier um in situ zersetzte Arkosen. Die Kaolinisierung dieser Sandsteine sowohl wie der Porphyrite fällt ebenso wie die der benach-

---

[5]) Z. f. prakt. Geol. 1909.

[6]) Stremme „Ueb. d. Beziehungen einiger Kaolinlager z. Braunkohle", N. J. f. Min. 1909.

[7]) Weiss „Vork. u. Entstehg. d. Kaolinerden des ostthüring. Buntsandsteinbeckens", Z. f. pr. Geol. 1910.

[8]) Z. f. prakt. Geol. 1911.

barten nordsächsischen Porphyre ins Unteroligocän und steht mit Braunkohlenbildungen im Zusammenhang, deren Reste noch heute im Hangenden des Kaolines nachzuweisen sind. Lokal liegt sogar noch das Flöz selbst über dem Kaolin.

D. Königreich Bayern.

Im Königreich Bayern treten uns völlig andere Typen von Kaolinlagerstätten entgegen, und das Studium der bayerischen Kaoline trägt daher nicht unwesentlich zur Förderung der Entstehungsfrage des Kaolins bei. Wir beginnen mit den am weitesten nördlich gelegenen, den Kaolinen des Fichtelgebirges.

I. Kaoline im Fichtelgebirge.

Im Bereiche des von Böhmen herübergreifenden basaltischen Mittelgebirges zwischen Fichtelgebirge und Oberpfälzer Wald findet sich der Granit vornehmlich am Fusse der Basaltkegel häufig kaolinisiert. Die räumliche Erstreckung dieser Kaolinlagerstätten ist meist eine sehr geringe, und ihr Abbau gehört, mit einer Ausnahme, der Geschichte an.

Der Zusammenhang der Kaoline mit den Basalteruptionen jenes Gebietes ist unverkennbar und die Kaolinisierung gehört hier zweifellos zu den postvulkanischen Erscheinungen. Letztere machen sich noch heute in Gestalt von CO_2-haltigen Quellen, den Säuerlingen, und gasartigen CO_2-Ausströmungen in grosser Menge in diesem Gebiete bemerkbar. Dass Säuerlinge kaolinisierend auf feldspatreiches Gestein einwirken, das haben kürzlich Gagel und Stremme am Giesshübler Säuerling gezeigt. Für die Kaoline des Fichtelgebirges hat bereits Gümbel die Möglichkeit

einer solchen Entstehung angedeutet. Beim Studium der Kaoline des Fichtelgebirges ist es daher ratsam von Beobachtungen an recenten Säuerlingen auszugehen. Tatsächlich sind am Austritt derartiger Säuerlinge Zersetzungserscheinungen beobachtet worden, wie am Silvana Sprudel zu Grossschlattengrün und an der Prinz Ludwig Quelle zu Kondrau. Am besten sind sie gegenwärtig zu studieren am Austritt des Eisensäuerlinges, südl. von Kothigenbibersbach, der zu den postvulkanischen Erscheinungen des basaltischen Steinberges bei Hohenberg zählen dürfte. Der Phyllit zeigt sich hier in grösserem Umkreise zu einer breiigen, plastisch-tonigen Masse von bräunlichgrauer Farbe zersetzt. Zahlreiche Basaltgerölle sind darüber hingestreut, über die das Wasser hinwegsickert, indem es die Gerölle mit einer rostbraunen Haut von Eisenoxydhydrat überzieht.

Die Zahl der Säuerlinge im südlichen Fichtelgebirge ist noch heute eine erstaunlich grosse, dürfte aber früher, im Gefolge der Basalteruption eine noch weit erheblichere gewesen sein. Es liegt daher nahe, die zahlreichen Kaoline des Gebietes auf die Einwirkung älterer Säuerlinge zurückzuführen, und in der Tat lässt sich für einige derselben dieser Nachweis führen, soweit sie nämlich von Quellabsätzen begleitet werden. So tritt in der Nachbarschaft des Granitkaolines am Fusse des basaltischen Rehberges bei Preisdorf eine tertiäre Sphärosideritablagerung auf, die den Absatz eines basaltischen Eisensäuerlinges darstellt. Ferner enthalten die Kaoline der Gegend von Preisdorf mitunter durch Rötel gefärbte Streifen und Putzen, eine Erscheinung, die Gagel auch am Kaolin von Giesshübel beobachtete, aber sie werden von schwachen Röteltonschichten überlagert. Im Hangenden der einzigen gegenwärtig noch im Abbau be-

griffenen Lagerstätte dieser Gegend, bei Neudorf, sind die Basaltgerölle mit einem glaskopfartigen Spiegel von Brauneisen überzogen, eine Bildung, die der am Eisensäuerling von Kothigenbibersbach beobachteten Ueberkrustung der ausgestreuten Gerölle mit flockigem Eisenoxydhydrat entsprechen dürfte.

Derartige Begleitbildungen müssen naturgemäss bei den Kaolinen fehlen, die durch Fe-arme oder freie Säuerlinge gebildet wurden, zu welcher Gruppe z. B. das von Basalttuff und -geröllen bedeckte Vorkommen von Haingrün gehört. Rösler wies in diesem Kaolin Topas nach und vermutete daher einen Zusammenhang der Kaolinisierung nicht mit der Basalteruption, sondern mit pnuematolytischen Prozessen im Gefolge der Granit eruption selbst. Jedoch ist hervorzuheben, dass der Topas im Kaolin von Haingrün nach Röslers Angaben stets zu schuppigen Aggregaten von Muskowit zersetzt ist, er hat also einen Zersetzungsprozess in derselben Richtung durchgemacht wie die Feldspäte und kann daher nicht als Neubildung bei der Kaolinisierung aufgefasst werden. Die Abhängigkeit des Kaolines vom Basalte muss daher auch hier als massgebender Faktor für die Beurteilung der Lagerstätte gelten, ebenso wie bei dem in der Nähe des Silvana Sprudels bekannt gewordenen Vorkommen von Grossschlattengrün.

Neben diesen regelmässig am Fusse der Basaltberge auftretenden Kaolinen existiert im Fichtelgebirge noch eine zweite Gruppe von Lagerstätten, die dem Streichen der beiden grossen Züge von körnigem Kalk folgen, welche den Phyllitschichten eingelagert sind, SW—NO streichen und nach SO einfallen. An dem nördlichen, Wunsiedel-Thiersheimer Zuge finden wir Kaolin bei Wunsiedel (i. Gneiss), am Bhf. Holenbrunn, bei Göpfersgrün, wo in der Nachbarschaft der berühmten Speckstein lager Granit und

Phyllit zersetzt sind, bei Thiersheim, in den (aufgelassenen) Eisenerzgruben von Kothigenbibersbach und endlich in der Nähe des Steinberges bei Hohenberg, wo nach Gümbel Porzellanerde (Granit) mit Kalk und Eisenerzen zusammen auftritt. An dem südlichen, Waldershof-Redwitz-Arzberger Zuge treffen wir Kaolin in den Eisenerzgruben bei Arzberg an, die metasomatischen Spateisenstein und in der Oxydationszone Brauneisenstein führen. SW von Arzberg verschwindet der Kalkzug, um bei Redwitz wieder aufzutauchen. Am Strehlerberg bei Redwitz ist Eisenerz und Pseudophitbildung beobachtet worden, am Bahnhof Redwitz Kaolinbildung. Die Gümbelsche Karte verzeichnet hier längs der Bahnlinie den körnigen Kalk. Das Kaolinvorkommen liess sich früher in gerader Linie am Bahndamm entlang bis in die Stadt Redwitz hinein verfolgen, wies also hier durch seine Gestalt deutlich auf Abhängigkeit von einer Spalte hin. Die Feldspäte sollen zumeist von einem grünlichen, nontronit- oder was wahrscheinlicher ist, pseudophitartigen Ueberzuge bekleidet gewesen sein.

Im weiteren Verlaufe des südlichen Kalkzuges findet sich bei Langentheilen bei Waldershof der Phyllit „bis auf höchst beträchtliche Tiefe in einen weichen, erdigen, fettig anzufühlenden, meist weissen, mit glimmerglänzenden Schüppchen vermengten Ton zersetzt.“ Der Kalk führt hier wieder stark manganhaltige Eisenerze. Weiter südlich treten 2 parallele Kalkzüge auf, von denen der eine über Pullenreuth — Neusorg streicht, der andere über Ebnath. Bei den ersteren Orten wurden früher Eisenerze abgebaut; bei Pullenreuth traf man dabei auf zersetzte Phyllite, bei Neusorg soll früher eine nicht unbeträchtliche Kaolinförderung bestanden haben.

Dass zwischen der Kaolin- und Speckstеinbildung von Göpfersgrün ein genetischer Zusammen-

hang besteht, haben bereits Benner, Ammon u. a. betont und beide Vorgänge auf Einwirkung von Säuerlingen zurückgeführt. Die Säuerlinge setzen Spalten voraus, auf denen sie empordringen konnten. Wenn diese Spalten gerade längs der Kalkzüge aufrissen, so liegt das wohl an dem geringen Widerstand gegen tektonische Prozesse, welchen die Karbonatgesteine gegenüber den sie umgebenden, krystallinen Schiefern bieten.

Die Säuerlinge, die auf den Spalten zirkulierten, wirkten auf die Gesteine kaolinisierend ein und führten die beim Kaolinisierungsprozess freigewordenen Salze den Kalken zu. Enthielten sie reichlich Mg-Salze, (bes. aus den Phylliten stammend) wurden die Kalke dolomitisiert, durch Einwirkung der aus den Feldspäten gelösten Alkalisilikate auf das neugebildete Magnesiakarbonat bildete sich Speckstein Wo die Säuerlinge Fe-reiche Gesteine kaolinisiert hatten oder auf andere Weise einen höheren Fe-Gehalt erhielten, wirkten sie in der Weise auf den Kalk ein, dass sie ihn metasomatisch in Spateisenstein umwandelten. Kaolin-, Speckstein- und Eisenerzbildung sind also genetisch in diesem Gebiete nicht zu trennen, und so erklärt sich das häufige Zusammenvorkommen derselben.

Endlich existiert im Fichtelgebirge noch eine 3. Gruppe von Kaolinlagerstätten, die in der Nachbarschaft von Quarzgängen auftreten. Gümbel konstatiert die bemerkenswerte Tatsache, dass sowohl der Säuerling des bekannten Alexanderbades (Stahlquelle), wie auch der Säuerling am jetzt vertorften Fichtelsee mit einem Quarzgange im Zusammenhange zu stehen scheint. Die Säuerlinge treten in der Regel an der Durchkreuzung von Taleinschnitten mit solchen Gängen auf, eine Tatsache, die sich

auch im Norden des Fichtelgebirges, bei Bad Steben, beobachten lässt (dort handelt es sich um Erzgänge).

Auf Grund dieser Beobachtungen bieten Kaolinvorkommen auf derartigen Quarzgängen nichts Auffälliges. Beispiele für diesen Typus finden sich am Gleisinger Fels unweit des Fichtelsees, bei Wintersreuth östl. Wunsiedel und bei Leupoldsdorf.

II. Kaoline der Oberpfalz
(meist durch Säuerlinge entstanden.)

Analog den Quarzgängen des Fichtelgebirges haben vielleicht auch die granitischen Apophysen an zahlreichen Stellen der Oberpfalz, wie bei Wondreb Matzersreuth, Ebnath etc. tertiären Säuerlingen zum Austritt gedient, woraus sich deren Kaolinisierung mit den Neubildungen von Eisenspat ungezwungen erklären würde.

Gleiche Agentien dürften auch bei der Bildung der Kaolinlagerstätten von Schönhaid-Kornthann, Tirschenreuth u. Grossensterz tätig gewesen sein. In diesen Vorkommen sind lokal auch turmalinführende Pegmatitgänge der Kaolinisierung mit anheimgefallen, wobei der Turmalin in ein Haufwerk kleiner Kristallfragmente zerfallen ist. Als etwaige Neubildung bei der Kaolinisierung könnte er daher nicht in Frage kommen. Erwähnt sei noch, dass auch Reste der miocänen Braunkohlenformation in diesem Gebiete erhalten sind. Unter dem autochthonen Braunkohlenflöz von Schindellohe zeigte sich der Basalt mit einer weisslichen Zersetzungskruste überrogen.

6. Die Kaolinsandsteine der Oberpfalz.

Die weissen Amberger Kaolinsandsteine gehören zum überwiegenden Teile dem mittleren, bunten

Keuper an, zum kleineren dem Oberrotliegenden. Das technisch bedeutendste Kaolinvorkommen findet sich in der Hirschau-Wernberger Keuperbucht, wo die Kaolinführung sich auf einen > 9 km langen, 50 – 150 Meter breiten Streifen erstreckt, von Hirschau über Schnaittenbach bis Neunaigen. Die übrigen Kaolinvorkommen im Keuper liegen bei Tanzfleck-Freihung und bei Steinfels längs des Haidenaabtales, während die rotliegenden Sandsteine und Arkosen bei Kohlberg und Kaltenbrunn Kaolin führen.

Die Amberger Kaolinsandsteine werden von Rösler als Kaolinerden auf sekundärer Lagerstätte betrachtet. Er nimmt an, dass dieselben das in langsamem Schlammtransport talabwärts geführte Aufbereitungsprodukt zerstörter primärer Granitkaoline darstellen. Zu der Annahme eines langsamen Schlammtransportes wird er durch die Beobachtung von häufigen regelrechten Pseudomorphosen von Kaolin nach Feldspat gedrängt, die einen schnellen Wassertransport nicht ausgehalten haben können. Dieser Theorie widerspricht aber eine besonders bei Hirschau gut zu beobachtende diskordante Parallelstruktur der Kaolinsandsteine, die gerade einen Absatz in fliessendem, bewegten Wasser dokumentiert. Die Röslersche Transporttheorie lässt sich daher nicht einmal für ein einzelnes Vorkommen aufrecht erhalten. Nun tritt aber der Kaolin, wie oben erwähnt, nicht nur in den Keupersandsteinen auf, sondern auch in denen des Rotliegenden. Es unterliegt keinem Zweifel, dass zwischen den eng benachbarten Kaolinsandsteinen beider Formationen ein genetischer Zusammenhang besteht. Ein solcher lässt sich jedoch vom Standpunkte Röslers aus kaum erklären. Dazu kommt, dass die Kaolinführung immer nur auf relativ kleine Streifen beschränkt ist, dass die Kaolinsandsteine im Streichen stets allmählich in die normalen roten Sandsteine

übergehen. Endlich lässt sich in den Kaolinsandsteinen die Gesetzmässigkeit feststellen, dass der Gehalt an Kaolin umgekehrt proportional dem Gehalte an Feldspat ist, was darauf schliessen lässt, dass sich der Kaolin auf Kosten des Feldspates gebildet hat. Alle diese Gründe sprechen dafür, dass die Amberger Kaolinsandsteine nicht zusammengeschwemmte Trümmer eines zerstörten Granitkaolines darstellen, sondern in situ zersetzte Arkosen.

Ein Uebergang nach der Tiefe zu in kaolinfreie Sandsteine ist bei 25 m Teufe noch nicht festgestellt worden, vielmehr werden die Kaolinsandsteine sämtlich nach unten hin kaolinreicher, ein Zeichen, dass in diesem Falle die zersetzenden Agentien aus der Tiefe kamen. Auch die Tatsache, dass die Kaolinführung stets an relativ schmale, aber sehr lange, gerade Stufen geknüpft ist, spricht zu Gunsten der Annahme einer Kaolinisierung von Spalten aus. Von Bedeutung ist in dieser Hinsicht, dass ich in allen Kaolinsandsteinen dieser Gegend, auch denen des Rotliegenden, Spuren von Blei nachweisen konnte. Beim Studium der Freihunger Bleierzlagerstätten stellte Kohler fest, dass sämtliche Bleierzführenden Sandsteine dieser Gegend kaolinhaltig sind. Daraus kann auf einen genetischen Zusammenhang von Bleierz und Kaolin geschlossen werden. Nach Kohler sind die Bleierze (Cerussit) als epigenetisch aufzufassen, zugeführt durch Pb-haltige Säuerlinge im Gefolge der oberpfälzer Basalteruption. Dass derartige Säuerlinge die feldspatreichen Sandsteine kaolinisieren mussten, ist ein notwendiges Postulat.

Die Kaolinisierung der Amberger Sandsteine wird auf diese Weise ungezwungen erklärt, nur bleibt noch der Nachweis zu liefern, dass die kaolinführen-

den Partieen tatsächlich sämtlich an Spalten gebunden sind. Bei Tanzfleck-Freihung ist das der Fall, hier begleiten sie die Freihung-Kirchenthumbacher Verwerfungsspalte. Auch bei Steinfels ist das Hervortreten der Keuperkaolinsandsteine. zwischen dem Rotliegenden längs des Haidenaabtales und der gerade Verlauf des letzteren nach Thürach durch eine Verwerfung bedingt. Bei Kaltenbrunn grenzt Keuper gegen Rotliegendes, und die eine auffallend gerade Linie bildende Grenze dürfte auch hier auf das Vorhandensein einer Spalte hinweisen. Bei Hirschau-Schnaittenbach liegt diese Vermutung ebenfalls nahe, da die Kaolinführung hier auf einen 9 km langen, geraden und nur 50—150 m breiten Streifen beschränkt ist, während bei Kohlberg gegenwärtig Anzeichen für das Vorhandensein einer Spalte nicht bekannt sind.

Der Kaolinsandstein des Keupers am Keilberge b. Regensburg dürfte gleichfalls autochthonen Kaolin enthalten, indessen kann über seine Entstehung nichts mehr mit Sicherheit ausgesagt werden.

Nach Priehäusser ist das Nebengestein der Flussspatgänge von Wölsenberg b. Naabburg kaolinisert, so dass wir hier mit einer Kaolinisierung durch Thermalwässer zu rechnen haben dürften. Spateisensteinkrystalle, die im Innern der Flussspatgänge auftreten, weisen darauf hin, dass CO_2 in den Lösungen vorhanden war.

III. Kaoline im bayerischen Walde im Zusammenhange mit Graphitlagerstätten.

Die Passauer Kaoline finden sich zusammen mit den bekannten Graphitlagerstätten in einem Komplex von Dichroitgneissen, die der hercynischen Gneissformation des bayerischen Waldes angehören und

höchstwahrscheinlich als umgewandelte Sedimente aufzufassen sind. Eingelagert sind diesen Gneissen Linsen von körnigem Kalk mit typischen Kontaktmineralien, sowie stark graphitführende Partieen in Form von Lagerzügen. In dem Gneisskomplex finden sich ferner Intrusivlager von eigentümlichen, pegmatitartigen Augitsyeniten, die sich häufig neben die Kalklinsen gelegt haben. Jüngere Bildungen endlich stellen nach Weinschenk stock- und gangartige Intrusionen von Hornblendegabbro (Bojit) und Hornblendeporphyriten, sowie jüngeren Ganggraniten dar. Wo die Gneisse Graphit führen, sind sie stark zersetzt unter Bildung von Kaolin, Nontronit, Mog, Opal, Spateisenstein und Brauneisenstein. Die Kaolinisierung der Gneisse hört sofort auf, sobald Glimmer an die Stelle des Graphites tritt. Die reinen Kaolinlager treten innerhalb der fast ausschliesslich aus Feldspat bestehenden Syenite auf, die sehr häufig den Graphit begleiten.

Die Kaolinisierung der Gesteine wird von Weinschenk und Rösler mit der Graphitbildung in Zusammenhang gebracht und beide Prozesse auf Pneumatolyse zurückgeführt. Stutzer und Barvir haben dagegen gezeigt, dass der Graphit sich gleichzeitig mit der Kristallisation des Nebengesteines gebildet haben muss, da im Dünnschliff ein wechselseitiges Einschliessen von Graphit in Gneissbestandteilen, Quarz- und Feldspat zu beobachten ist. Die Passauer Graphite zeigen in ihrer Anordnung deutliche Abhängigkeit von dem Granitmassiv des bayerischen Waldes und sind daher höchstwahrscheinlich ebenso wie ihr Nebengestein kontaktmetamorpher Natur.

Die Zersetzung der Graphitgneisse hört nach der Tiefe zu stets auf, so dass die Ursache derselben keinesfalls auf pneumatolytische Prozesse zurückgeführt werden kann. Nach Weinschenk ist die Zer-

setzung der Gesteine jünger als die oben erwähnten Hornblendeporphyrite und Bojite, da diese angeblich stets frisch die zersetzten Graphitgneisse durchsetzen. Diese Beobachtung kann ich nicht bestätigen, vielmehr traf ich in den Pfaffenreuther Gruben Hornblendeporphyrite an, die von einer weisslichen Zersetzungskruste umgeben waren. Auch hätten wir nach der Weinschenkschen Theorie wohl eine Frittung und Brennung der kaolinisierten Gesteine am Kontakt zu erwarten, was nicht der Fall ist. Die Kaolinisierung ist demnach wahrscheinlich jüngeren Alters. Gleichwohl dürfte sie mit dem Graphit in genetischem Zusammenhange stehen, da sie von ihm deutliche Abhängigkeit zeigt und auch auf fast allen anderen Graphitlagerstätten, unabhängig von deren Entstehung, Kaolin auftritt. Ein solcher Zusammenhang lässt sich dann nur in der Weise deuten, dass die Kaolinisierung eine Folge der Graphitführung ist, eine Hutbildung in der Oxydationszone der Graphitlagerstätten. Zurückzuführen ist die Kaolinisierung nach Stutzer auf Schwefelsäure, die sich durch Zersetzung des häufig beibrechenden Pyrites bildete. Jedoch kann H_2SO_4 wohl eine Alunisierung, nicht aber eine Kaolinisierung hervorrufen, auch müsste dann eine derartige Hutbildung besonders für Kieslagerstätten charakteristisch sein, was nicht der Fall ist. Das Vorkommen von Spateisenstein beweist, dass auch bei Passau die Kaolinisierung durch CO_2 haltige Agentien bewirkt wurde, und es liegt nahe, die CO_2 direkt als ein Oxydationsprodukt des Graphites zu betrachten, wie denn tatsächlich eine zwar geringe und langsame Kohlenstoffabnahme am Ausgehenden von Graphitlagerstätten von Stutzer beobachtet worden ist.

E. Württemberg.

In Württemberg sind im sog. Schönbuch die Stubensandsteine des Keupers lokal stark kaolinisiert. Lang führt die Kaolinisierung der Feldspatsandsteine auf CO_2-haltige Sickerwässer zurück, die noch in der Keuperzeit die Zersetzung bewirkt haben.

F. Grossherzogtum Hessen.

Im Odenwald findet sich Kaolin einmal im Nebengestein verkieselter Barytgänge bei Reichenbach und a. O., ferner zusammen mit Graphit.

G. Rheinprovinz.

An der Basis des rheinischen Tertiärs sind lokal Kaolinisierungserscheinungen bekannt geworden. Grössere Kaolinlagerstätten, aus Felsitporphyr hervorgegangen, finden sich bei Geisenheim a. Rh. und Lorheim, sowie bei Türkismühl b. Nohfelden (Fürstentum Birkenfeld), indessen kann über deren Entstehung einstweilen nichts Sicheres ausgesagt werden.

Allgemeiner Teil.

A. Einteilung der Kaolingesteine.

Rösler teilte die Kaolingesteine in Kaoline auf primärer und auf sekundärer Lagerstätte. Barnitzke übernahm im wesentlichen die Röslersche Einteilung, indem er primäre und

sekundäre Kaoline unterscheidet. Jedoch trägt diese Kürzung des Ausdrucks keineswegs zu grösserer Klarheit bei, im Gegenteil ist die Barnitzkesche Bezeichnung höchst zweideutig, wie ein Beispiel erläutern soll. Der Kaolin des Thüringer Buntsandsteins liegt nach den Untersuchungen von Weiss auf primärer Lagerstätte, er wäre also in Barnitzkes Sinne primär. In Bezug auf den Sandstein ist er dann aber gerade sekundär, d. h. ein nachträgliches Umwandlungsprodukt, und kein primärer Bestandteil des Sandsteins. Es ist daher im Interesse grösserer Klarheit die Röslersche Bezeichnung vorzuziehen, oder man spreche in Analogie mit den Kohlenlagerstätten von autochthonen und allochthonen Kaolinen. Autochthon sind die Kaoline, die an Ort und Stelle durch Zersetzung des Gesteins entstanden, allochthon sind die verfrachteten, umgelagerten Kaoline.

Im Gegensatz zu Rösler dürfte durch die Arbeiten von Weiss, Lang, sowie die im Vorstehenden vom Verfasser angestellten Betrachtungen wahrscheinlich gemacht sein, dass der grösste Teil der deutschen Kaolinsandsteine, wenigstens der technisch wichtigen, nicht wie Rösler annahm, allochthonen, sondern autochthonen Kaolin enthält. Damit wird die Gruppe der allochthonen Kaoline für Deutschland im wesentlichen auf die Kaolintone reduziert.

Für die Entstehungsfrage des Kaolins kommen direkt nur die autochthonen Kaolinlagerstätten in Betracht, und auf diese sind auch die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit beschränkt.

B. Ursachen der Kaolinbildung.

Wenn wir die Ergebnisse der bisherigen Betrachtungen kurz zusammenfassen, so können wir gene-

tisch im wesentlichen zwei grosse Gruppen von Kaolinen unterscheiden, nämlich einmal Oberflächenzersetzungen, bei denen also die Agentien von oben nach unten wirkten, und zweitens Zersetzungen aus der Tiefe heraus, d. h. von unten nach oben. Ich möchte sie kurz als exogene und endogene Kaoline bezeichnen.

1. Exogene Kaoline.

Die Frage, ob die einfachste Art der Oberflächenzersetzung, die Verwitterung, ein Gestein in Kaolin oder wenigstens in der Richtung auf Kaolin zersetzen könne, ist in der Spezialliteratur bereits öfter erörtert worden, und besonders Stremme und Selle haben im Gegensatze zu Rösler gezeigt, dass die Frage unbedingt zu bejahen ist, insofern geringe Mengen von CO_2 dabei beteiligt sind (sog. chemische Verwitterung im Sinne Röslers). Es sei mir gestattet, die hauptsächlichsten von Rösler gegen diese Ansicht angeführten Momente ganz kurz einer kritischen Betrachtung zu unterziehen, da bisher immer nur auf einzelne Punkte eingegangen wurde. Wenn Rösler begauptet, dass nirgends eine Abnahme der Kaolinisierung nach der Tiefe zu stattfindet, so ist das eine absolut irrtümliche Annahme, deren Haltlosigkeit in zahlreichen Fällen bewiesen worden ist, wie auch Verfasser an weiteren Beispielen zeigen konnte.

Auf die Angabe Röslers, dass der Kaolinisierung keine Auflockerung des Gesteins vorhergehe, wie das bei der Verwitterung der Fall ist, ist zu erwidern, dass bei allen nach der Tiefe zu in festes Gestein übergehenden Kaolinen stets zwischen dem plastischen Kaolin und dem festen Gestein mürber Gesteinsgrus auftritt. Eine Auflockerung findet also auch bei der Kaolinisierung statt, nur wird die-

selbe nicht so augenfällig wie bei der Verwitterung, da der Gesteinsdruck einem Zerfall dieses Gruses vorbeugt, während an der Oberfläche diese zusammenhaltende Kraft fehlt und der Grus sich in sandige Massen auflösen kann.

Der Biotit findet sich im Kaolin ebenso selten frisch erhalten wie in dem verwitterten Gestein, so dass darin ein Unterschied zwischen Verwitterung und Kaolinisierung nicht gesehen werden kann.

Nach Rösler fällt bei der Verwitterung die Grundmasse der Zersetzung viel schneller anheim, wie die Einsprenglinge, „da natürlich die kleineren Partikel im aufgelockerten Gestein der Zersetzung viel grössere Angriffsflächen bieten, nachdem sie schon der mechanischen Zerstörung wegen des geringen Zusammenhaltens feiner, inhomogener Teilchen gegenüber den grossen homogenen Einsprenglingen geringen Widerstand entgegengesetzt haben.“ Bei der Kaolinisierung dagegen sollen zuerst die Einsprenglinge und zuletzt die Grundmasse zersetzt werden. Dazu sei bemerkt, dass Rösler im ersten Falle ausdrücklich von den Verwitterungserscheinungen eines Granits spricht, im zweiten Falle dagegen hauptsächlich Quarzporphyre als Beispiele anführt. Es ist aber durchaus nicht nötig, dass beide Gesteinsarten bei der Zersetzung den gleichen Weg gehen müssen, ja es ist nicht einmal wahrscheinlich. Im Gegenteil, bei der dichten Grundmasse des Quarzporphyrs ist es ganz natürlich, wenn hier erst die mit Spaltrissen versehenen Einsprenglinge zersetzt werden, während andererseits das lockere, körnig — krystallinische Gefüge des Granits, den zersetzenden Agentien in den kleinen Körnern weniger Widerstand entgegensetzen muss, als in den grösseren Einsprenglingen.

Wenn also Rösler behauptet, dass die Verwitterung des Granits mit der „Grundmasse“ beginnt, die Kaolinisierung der Porphyre dagegen mit den Einsprenglingen, so ist das im allgemeinen zweifellos richtig. Nur wird sich, wie wir an zahlreichen Beispielen beweisen können, das Gefüge dieser Gesteine allen zersetzenden Agentien gegenüber in der gleichen Weise verhalten. So habe ich denn in der Tat auch bei einem halbkaolinisierten Granit von Tirschenreuth die Beobachtung gemacht, dass die „Grundmasse“ bereits tonig zersetzt war, während die sehr grossen Feldspäte noch völlig fest und fast frisch erschienen. Das Gleiche lässt sich bei zahlreichen anderen Kaolinen beobachten, die aus Gesteinen mit granitischer Struktur hervorgegangen sind. Erwähnen möchte ich als Beispiel noch den kaolinisierten Syenit von Radeburg, in dem halbzersetzte, bis fast frische, grössere Feldspatindividuen nichts Seltenes sind, während das kleine Korn der „Grundmasse“ bereits tonig zersetzt ist. Auch in den Kaolinsandsteinen z. B. der Amberger Gegend, deren Struktur der granitischen ja sehr ähnelt, sind die grösseren Feldspatindividuen gegenüber dem kleineren klastischen Gemenge auffallend frisch.

Umgekehrt wird man an verwitterten Porphyrgeröllen (z. B. Lesesteinen) stets die Trübung und Zersetzung der Feldspäte in einer noch relativ frischeren Grundmasse beobachten können. Im allgemeinen gilt daher die Regel, dass bei granitischen Gesteinen sowohl bei der Verwitterung wie bei der Kaolinisierung erst die „Grundmasse“, dann die Einsprenglinge zersetzt werden, bei porphyrischen Gesteinen dagegen erst die Einsprenglinge und zuletzt die Grundmasse. Als festes Gesetz ist diese Regel nicht zu formulieren, da auch Ausnahmen be-

obachtet wurden, jedenfalls sind diese Unterschiede in der Struktur der Gesteine begründet, nicht aber in einer Verschiedenartigkeit der Verwitterungs- und Kaolinisierungsprozesse.

Im übrigen ist es erklärlich, dass bei dem geringen CO_2-Gehalt der Atmosphärilien bei der heutigen normalen Verwitterung eine völlige Auslaugung der Alkalien, sowie intensive Zersetzung nicht stattfinden kann, dass aber in der Tat der Verwitterungsprozess sich chemisch in der Richtung auf Kaolin hin bewegt, das scheint mir durch die Untersuchungen von Stremme und Selle hinreichend bewiesen zu sein.

Auf die Haltlosigkeit eines Unterschiedes zwischen beiden Prozessen, den Rösler in dem Auftreten einiger accessorischer Mineralien („Neubildungen") im Kaolin begründet sieht, will ich später eingehen. Damit fällt der von Rösler so scharf betonte Gegensatz zwischen Kaolinisierung und Verwitterung. Jedoch wäre es verfehlt, die beiden Prozesse nun absolut identifizieren zu wollen, vielmehr bleibt Kaolinisierung der weitere Begriff, während Verwitterung nur eine der vielen Möglichkeiten darstellt, die zur Kaolinbildung führen können. Wirkliche Kaolinlagerstätten werden allerdings durch blosse, atmosphärische Verwitterung in den seltensten Fällen enstehen (für sicher bewiesen erachte ich es noch in keinem Fall). Theoretisch könnten auch nur Fe-arme bis -freie, lockere Gesteine auf diese Weise brauchbaren Rohkaolin liefern, da die Verwitterung des Fe als Oxyd fixiert und dadurch sehr Fe-reiche, unbrauchbare Produkte erzeugen würde. In Wirklichkeit scheinen mir aber auch bei Fe-armen Gesteinen zwei Momente gegen eine derartige Bildung von Kaolinlagerstätten zu sprechen, einmal die geringe Quantität der bei der atmosphärischen Verwitterung

wirkenden CO_2, sodann das Fehlen einer vor Ausschlämmung und Abrasion schützenden Decke. Diese beiden Forderungen, also grössere Mengen wirksamer CO_2 und eine vor Erosion schützende Decke sind aber in einem speziellen Falle der Verwitterung erfüllt, nämlich bei der Moorverwitterung, die wir von der normalen atmosphärischen Verwitterung unterscheiden möchten. Für diese sind theoretisch selbst Fe-reiche Gesteine kaolinisierbar, da im Moorwasser organische Substanz reduzierend wirkt, und auch Luftabschluss erzielt ist. Dass die Moorverwitterung tatsächlich die Gesteine in der Richtung auf Kaolin tonig zersetzt, das haben zahlreiche Beobachtungen an recenten Mooren bewiesen, wie sie neuerdings erst wieder von Stremme und Backofen im sächsischen Erzgebirge angestellt wurden.

Soweit die noch heute zu beobachtenden Prozesse exogener Kaolinbildung. Wie haben wir uns nun die grossen exogenen Kaolinlagerstätten Deutschlands entstanden zu denken?

Zur Beurteilung dieser Frage scheint mir zunächst die geographische Verbreitung dieser Kaolinlagerstätten berücksichtigt werden zu müssen.

Die erste Bedingung für Kaolinbildung ist überall da gegeben, wo kaolinisierbares Gestein vorhanden ist. Man sollte also annehmen, dass die Kaolinlagerstätten sich besonders in den Granit- und Porphyrmassiven unserer Gebirge finden müssten. Im allgemeinen würde man hier jedoch vergeblich nach exogenen Kaolinen suchen. Die Alpen, Schwarzwald, das bayerisch-böhmische Massiv,[9]) Harz, Thüringer Wald, Sudeten, sie alle beherbergen keine derartigen Lagerstätten, auch nicht in den Tälern und Senken.

[9]) Die Passauer Kaoline nehmen wir einstweilen aus, da hier besondere Verhältnisse vorliegen.

wo dieselben vor Erosion geschützt sein können. Vielmehr treten die Kaoline ausschliesslich in dem mehr oder weniger flachen Vorlande der Gebirge auf und auch hier nur unter gewissen Bedingungen, nämlich in der Hauptsache nur da, wo Ablagerungen des kontinentalen braunkohlenführenden Tertiärs die Gesteine überlagern.

Die Betrachtungen des speziellen Teiles haben gezeigt, dass fast alle exogenen deutschen Kaoline an die Verbreitung der terrestren, tertiären Ablagerungen gebunden sind. Ihre Hauptverbreitung haben sie an der Basis der norddeutschen Braunkohlenformationen. So finden wir Kaolin unter dem Oligocän der Halleschen Gegend, weiter südlich im Gebiete des thüringischen Buntsandsteins und der Altenburger Gegend, endlich im nordsächsischen Porphyrhügellande und im sächsischen Mittelgebirge. Weiter östlich tritt Kaolin unter miocäner Bedeckung in der Umgebung von Meissen, Radeburg etc. auf, ferner in der Lausitz an zahlreichen Stellen, endlich unter der nach Michael obermiocänen Braunkohlenformation am Sudetenrande, besonders bei Saarau, im Strehlener Kreise und in der Gegend von Neisse i. O.-Schles.

Kaolinisierungserscheinungen sind jedoch nicht an die genannten Tertiärgebiete gebunden, sondern lassen sich lokal in fast allen deutschen Gebieten, mehr oder weniger intensiv, wahrnehmen, in denen das kontinentale Tertiär auf kaolinisierbaren Gesteinen auflagert, z. B. an der Basis des rheinischen Tertiärs an einigen Stellen.

Die Abhängigkeit des Kaolins vom Tertiär verliert den Charakter der Zufälligkeit, da sie an allen jenen Vorkommen zu beobachten ist. Besonders deutlich tritt dieselbe in Gebieten hervor, wo sich das Tertiär nur in kleineren sporadischen Ablagerungen zusammen mit Kaolin vorfindet, wie z. B. im säch-

sischen Granulitgebirge oder in Schlesien an einzelnen Orten (Saarau, Lentsch bei Neisse). Bedingt ist diese Abhängigkeit durch das tertiäre Alter der Kaoline. Wenn wir die Gruppe der norddeutschen Kaoline als ein Ganzes betrachten, so lässt sich das Eine mit Sicherheit behaupten, dass nämlich die Kaolinisierung erst in die Zeit n a c h Ablagerung des Buntsandsteins fällt, da dieser in Thüringen ebenfalls kaolinisiert ist (auch der Muschelkalk trägt bei Halle noch Spuren der Zersetzung). Fast alle Geologen, die sich in neuerer Zeit mit der Kaolinfrage beschäftigt haben, sind daher zu dem Resultat gekommen, dass die von ihnen untersuchten Lagerstätten unserer Gruppe tertiären Alters sind, und die vom Verfasser gemachten Beobachtungen können diesen Schluss nur bestätigen. Voraussetzung ist naturgemäss, dass an keiner Stelle eine Einschaltung von nicht kaolinisierten Sedimenten zwischen Kaolin und Tertiär zu beobachten ist. Einen solchen Fall glaubt Dammer bei Altenburg gefunden zu haben, jedoch ist im vorhergehenden gezeigt worden, dass auch die Altenburger Kaoline sich ungezwungen als tertiären Alters erklären lassen.

Wenn Dammer das tertiäre Alter der norddeutschen Kaoline bestreitet, aus Gründen, die mir nicht zwingend erscheinen, so dürfen wir uns auf eine Kritik dieses rein negativen Resultates nicht beschränken, sondern müssen auch untersuchen, welche Wahrscheinlichkeit die positive Seite der Theorie aufweist. Auch Dammer betrachtet die Kaolinisierung in unserem Gebiete als eine Oberflächenzersetzung, war er es doch, der als erster mit der Betonung dieser Tatsache der Weinschenk-Röslerschen Theorie entgegentrat. Gleichwohl betrachtet er dieselbe als eine — rein zeitlich gesprochen — postvulkanische Erscheinung. Wir können jedoch absolut keinen Grund dafür einsehen, warum eine O b e r -

flächenzersetzung gerade im Gefolge einer vulkanischen Eruption einsetzen musste. Wie sollen wir es dann ferner erklären, dass inmitten von frischen Sedimenten plötzlich kaolinisierte Partien auftreten, weit entfernt von jeder vulkanischen Eruption, wie das z. B. im Thüringer Buntsandstein der Fall ist oder in der kulmischen Grauwacke, die in der sächsischen Lausitz lokal, zweifellos in situ zersetzt, auftritt? Wie endlich, dass in der Gegend von Halle auch der Muschelkalk Spuren der Zersetzung zeigt? Meines Erachtens lässt sich vom Standpunkte der Dammerschen Theorie aus keine einleuchtende Erklärung für die Ursache der Kaolinbildung geben.

Mir scheint die leichte Zerstörbarkeit der Kaolinlagerstätten überhaupt der Annahme eines höheren Alters zu widersprechen. Denn warum sollte die Erosion bei der Abtragung der jüngeren Sedimente beispielsweise über den Halleschen Qarzporphyren gerade an den Kaolinen Halt gemacht haben, die doch den geringsten Widerstand bieten mussten? Wirklich einwandsfrei beweisen lässt sich das tertiäre Alter unserer Kaoline allerdings einstweilen noch nicht, doch haben wir gerade bei Altenburg, dem Stützpunkte der Theorie Dammers, Beweise für eine jedenfalls jüngere, als postvulkanische Kaolinisierung, nämlich in den kaolinisierten Granulitgeröllen des oberrotliegenden Sandsteins. Diese Zersetzung ist eine vollständige und hat zu dem Produkt geführt, das uns in den norddeutschen Kaolinlagerstätten allgemein vorliegt. Für eine jüngere Kaolinisierung sind also direkte Beweise vorhanden (nochmehr in den Thüringer Buntsandsteinen), während die Theorie einer (zeitlich) postvulkanischen Entstehung des Kaolins zwingende Gründe nicht aufzuweisen hat.

Der auffallende Zusammenhang von Kaolin und Tertiär, der von den meisten Forschern, die der Ka-

olinfrage nähergetreten sind, wie Rauff, Stremme, Wüst, Selle, Barnitzke, Berg, Weiss u. a. als ein ursächlicher betrachtet wird, bleibt damit für die Beurteilung dieser exogenen Kaolinlagerstätten massgebend. Auch in dem Punkte besteht bereits eine ziemliche Einstimmigkeit in der Auffassung, dass diese tertiäre Kaolinisierung im wesentlichen unter die Grauerdenbildungen Ramanns[10]) im weitesten Sinne des Wortes zu stellen ist, nennen wir sie nun Humussäureverwitterung oder, wenn wir die Existenz eigentlicher Humussäuren leugnen, Moorverwitterung. Verfasser stellt sich hier auf den von Baumann, Stremme u. a. vertretenen Standpunkt, dass die sog. Humussäuren chemisch inaktive Colloide darstellen und höchstens als Reduktionsmittel fungieren, dass dagegen als aktiver Faktor der Moorwässer im wesentlichen die CO_2 zu betrachten ist.

Eine derartige kaolinisierende Moorverwitterung wird im allgemeinen naturgemäss immer nur kleinere Komplexe ergreifen, sie wird sich eben auf die Erstreckung der Moore beschränken. Es ist jedoch ohne weiteres zuzugeben, dass lokal auch einmal grössere Flächen unter einer zusammenhängenden Moordecke von der Kaolinisierung ergriffen wurden, wie das vielleicht am Rhein der Fall ist. Nur darf man meines Erachtens nicht soweit gehen, diese „kaolinige Verwitterung" als die charakteristische Verwitterung des Tertiärs überhaupt zu bezeichnen, und sie etwa auf besondere klimatische Verhältnisse zurückzuführen. Unter ähnlichen klimatischen Bedingungen, wie sie zur Zeit der alttertiären Kaolinbildung in Norddeutschland geherrscht haben dürften, beobachten wir heute in den Tropen Eisen-

[10]) In der neuesten Auflage seiner „Bodenkunde" fasst Ramann die Grauerden und ähnliche Bildungen unter der Gruppe „Podsolböden" zusammen.

oxyd fixierende Lateritbildung als die typische Verwitterungsform, nicht aber Kaolinbildung. Auch hat Stremme kürzlich gezeigt, dass die weisse, kaolinige Verwitterung durchaus nicht als Charakteristikum der Tertiärformation anzusehen ist, sondern dass sich vielmehr auch nicht selten rote, Eisenoxyd fixierende Verwitterung in Norddeutschland nachweisen lässt.

Die Fe auslaugende, kaolinige Verwitterung ist lediglich unter Mitwirkung reduzierender, organischer Stoffe, unter Luftabschluss, d. h. unter Moorbedekkung, denkbar, und bleibt daher auch eine rein lokale Erscheinung.

Aus diesem Grunde können wir uns auch nicht der von Barnitzke u. a. vertretenen Ansicht anschliessen, dass die Kaolinlagerstätten von Halle und Meissen als Reste einer „Grauerdenrinde“ anzusehen sind, die zu Beginn des Tertiärs infolge begünstigter, klimatischer Verhältnisse alle kaolinisierbaren Gesteine der praeoligocänen Landoberfläche, Mulden, wie aufragende Kuppen, überzog. Dann müssten wir meines Erachtens auch die Konsequenz ziehen, dass sämtliche Kaolinlager von Halle bis Oberschlesien, eine einst zusammenhängende Decke bildeten, von der sich nur lokal unter jüngerer Bedeckung einzelne Reste erhalten haben.

Beweisen lässt sich die Barnitzkesche Theorie jedenfalls nicht. Wenn wir beispielsweise folgendes Profil haben, (wie es nicht selten vorkommt), dass ein Porphyrhügel aus einem Kaolinlager herausragt, so ist es lediglich eine Annahme, wenn man behauptet, der Porphyrhügel sei einstmals gleichfalls von Kaolin bedeckt gewesen. Beweisen lässt sich in einem solchen Falle allerdings auch nicht das Gegenteil. Wie will man es aber vom Standpunkte dieser Theorie aus erklären, wenn in einem Gesteinskom-

plexe ganz unvermittelt ein isoliertes Nest von Kaolin auftritt, wie das z. B. im sächsischen Granulitgebirge tatsächlich der Fall ist, oder wenn inmitten frischer Sedimente plötzlich kaolinisierte Partien auftreten, wie z. B. in der kulmischen Grauwacke der sächsischen Lausitz?

Wir kommen daher zu dem Schluss, dass die Kaolinvorkommen unserer Gruppe nicht Reste einer ehemals zusammenhängenden Kaolinrinde darstellen, sondern einzelne isolierte Nester, seltener kleine Decken im unzersetzten Gestein, deren Beziehungen zum Tertiär im allgemeinen nicht in der tertiären Landoberfläche als solcher, sondern in den tertiären Sedimenten zu suchen sind, an die sie geknüpft erscheinen. Als Beispiel für die Verteilung des Kaolins führen wir das sächsische Lausitzer Massiv an. Wir finden hier Kaolin nur im nördlichen Teile in der Gegend von Kamenz — Klix — Bautzen und im südöstlichen im Zittauer Becken und seiner nächsten Umgebung. Das sind aber wiederum auch die einzigen Gebiete, in denen das braunkohlenführende Miocän zur Entwicklung gelangt ist. Eine tertiäre Landoberfläche bildeten sicherltch auch die übrigen Teile des Lausitzer Massivs, der Kaolin zeigt sich jedoch nicht an diese allgemein gebunden, sondern vielmehr an die tertiären Sedimente.

Es ist bereits von älteren Autoren auf den häufigen Zusammenhang von Kaolinlagern mit Braunkohlenbildungen hingewiesen worden. Eingehender studiert wurden diese Beziehungen von Stremme, der auf Grund seiner Arbeiten zu dem Schluss gelangte, „dass die Kaolinlager, in deren unmittelbarer Nähe tertiäre, braunkohleführende Landbildungen vorhanden sind, zum grössten Teile ihre Entstehung einer ehemaligen Braunkohlendecke verdanken.“ Die Untersuchungen des Verfassers sind geeignet, diese Theorie

zu bestätigen. Der Zusammenhang von Kaolin und Braunkohle — soweit es sich um autochthone, tertiäre Moorbildungen handelt, — scheint auch mir ein genetischer zu sein, wofür einmal geographische Gesichtspunkte sprechen, sodann auch der Charakter der Lagerstätten.

Was zunächst den ersten Punkt betrifft, so zeigt sich, dass die Verbreitung der Kaolinlager unserer Gruppe tatsächlich an das Auftreten von Braunkohlebildungen geknüpft ist. Die Kaoline der Provinz Sachsen und Thüringens liegen lokal noch heute unter Bedeckung von Braunkohle (Morl b. Halle, Muldenstein b. Bitterfeld), bei den übrigen ist die Annahme einer ehemaligen Ueberdeckung durch Erosionsüberreste dieser Formation sehr wahrscheinlich. Im nordsächsischen Porphyrgebiete ist Kohle im Hangenden des Kaolins noch heute vorhanden, bei Lausigk, Hohburg, Altenbach, Liebertwolkwitz, bei den übrigen (Mügeln Oschatz, Colditz etc.) finden sich wenigstens mehrfach Anzeichen für eine ehemalige Braunkohlenbedeckung. Dasselbe gilt von den Vorkommen im sächsischen Granulitgebirge und im Meissener Massiv. In der Lausitz ist die Ueberlagerung durch autochthone Kohle wiederum mehrfach beobachtet worden (Piskowitz, Schmeckwitz, Guhra, Adolfshütte). In der südlichen Lausitz tritt Kaolin und Kohle ebenfalls vergesellschaftet auf. Sehr klar tritt sodann dieser Zusammenhang in Schlesien hervor, weil hier die Braunkohle nur vereinzelte, isolierte Becken erfüllt, die in dem grossen Gebiete am Sudetenrande recht spärlich verteilt sind. Um so auffälliger muss es sein, wenn mit diesen Bildungen häufig Kaolin vergesellschaftet ist, wie bei Saarau, wo autochthone Kohle den Kaolin überlagert und bei Lentsch bei Neisse. Auch unter den autochthonen Kohlenlagern der bayerischen Oberpfalz sind Kaolinisierungserscheinungen beobachtet worden.

Die Betrachtung der geographischen Verteilung des Kaolins führt daher zu der Feststellung, dass ein recht grosser Teil dieser Lagerstätten noch heute unter Braunkohlenbedeckung liegt, und dass für die meisten übrigen Vorkommen eine ehemalige Ueberlagerung durch Braunkohle mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist.

Die Annahme einer genetischen Beziehung zwischen Kaolin und Braunkohle gewinnt eine weitere Stütze durch die Beobachtung der Lagerungsverhältnisse. Es ist bereits bei der Spezialbeschreibung der einzelnen Vorkommen darauf hingewiesen worden, dass die Gestalt dieser Art von Kaolinlagerstätten fast stets eine flach schüsselförmige ist, dass sich dieselben meist in becken- oder muldenförmigen Vertiefungen des Untergrundes finden und gewöhnlich an aufragende Gesteinskuppen anlegen. Ganz analoge Lagerungsverhältnisse können wir bei den hier in Betracht kommenden Braunkohlenflözen konstatieren. Auch diese sind fast stets in einzelnen Becken zur Ablagerung gelangt und schmiegen sich mit den Rändern an die aufragenden Kuppen und Hügel an.

Als charakteristisches Profil einer Kaolinlagerstätte unserer Gruppe kann — abgesehen von der etwas geringen Mächtigkeit — das von Baselitz — Wantewitz gelten. Wir haben hier 2 Lager, die sich an einen trennenden Porphyrhügel auf beiden Seiten anlegen. Derartige typische Profile finden sich nicht selten und stellen meines Erachtens das ursprüngliche Bild der Lagerstätte dar. Dass einst auch die aufragenden Porphyrhügel eine jetzt erodierte Kaolindecke getragen haben sollten, das ist ebenso unwahrscheinlich wie die Annahme, dass das Flachmoor bezw. das Braunkohlenflöz, dem solche Kaoline ihre Entstehung verdanken, einst die aufragenden Gesteinskuppen überdeckt habe.

Häufig ist nun aber dieses ideale Profil der Kaolinlagerstätten nicht vorhanden, sondern es findet sich nur ein Flügel des schüsselförmigen Nestes, und zwar der Teil, der sich an die aufragenden Hügel anlegt. Für diesen Typus kann das Profil der Hohburger Lagerstätte als charakteristisch gelten. Diesem Profil entspricht auch das bei Liebertwolkwitz unter der Kohle erbohrte Vorkommen. Wie im speziellen Teile erwähnt wurde, legt sich das Kohlenflöz hier an unterirdisch aufragende Porphyrkuppen an, und an diesen Anlagerungsstellen des Kohlenflözes ist der Porphyr kaolinisiert, während Kaolin in grösserer Entfernung vom Berge nicht nachgewiesen ist und meines Erachtens auch nicht zu erwarten ist. Diese Verhältnisse lassen sich leicht erklären. Die beckenförmigen Vertiefungen des Untergrundes wurden in vielen Fällen, ehe es zur Bildung der Braunkohlenflachmoore kam, von fluviatilen Ablagerungen, Sanden und Tonen, z. T. erfüllt. Das über diesen Bildungen entstehende Flachmoor ist daher von dem festen Gesteinsuntergrund mitunter durch beträchtliche Zwischenmittel, die in undurchlässigen Tonen bestehen können, getrennt. Eine Einwirkung der Moorwässer auf das Porphyrgestein wird daher besonders im Muldentiefsten jedenfalls stark beeinträchtigt werden, und eine intensive Einwirkung wird nur da stattfinden können, wo das Flachmoor, wenn ich mich so ausdrücken darf, über die Sedimente transgrediert und mit dem Porphyr direkt in Berührung tritt.

Wo mächtigere, zwischengeschaltete Sedimente fehlen, wird die normale, vollständige Schüsselform der Lagerstätten entstehen, wo solche aber vorhanden sind, werden nur die Flügel dieser Form zur Ausbildung gelangen.

Der letztere Fall ist der häufigere und dieser gibt gleichzeitig für eine andere Tatsache Aufklärung.

Haben wir nämlich festgestellt, dass die Kaolinisierung des Gesteins hier im wesentlichen auf das Ausgehende der Kohlenlager beschränkt ist, so wird es nicht Wunder nehmen, dass die Kohle so häufig vom Kaolin heruntergewaschen worden ist. Sind doch naturgemäss die Ränder einer Braunkohlenablagerung der Erosion am leichtesten preisgegeben.

Auf Grund unserer oben angestellten Betrachtungen ist leicht einzusehen, dass es im wesentlichen nicht die grossen, über bedeutende Flächenkomplexe sich erstreckenden, zusammenhängenden Braunkohlendecken gewesen sind, die zur Kaolinbildung Veranlassung gegeben haben, sondern vielmehr die kleinen, in lokalen Vertiefungen des Untergrundes entstandenen Moorbildungen („Randbildungen z. T.). Denn grössere Decken finden sich vorzugsweise in flachen Gebieten, gewöhnlich auf mächtigeren, liegenden Sedimenten aufruhend, so dass eine Berührung des Kohlenflözes mit dem festen Gesteinsuntergrunde in den meisten Fällen nicht stattfindet. Anders bei den weniger regelmässig ausgebildeten, kleineren isolierten Braunkohlenbecken oder „den sich buchtenartig zwischen die Hügel von älteren Gesteinen drängenden Mulden", die „ursprünglich von Wasserlachen bedeckte, nach deren allmählicher Trockenlegung durch Sumpf- und Moorvegetation von Wald überzogene Flächen" darstellen. Solche Profile, von denen unsere Betrachtungen ausgingen, finden sich besonders typisch im nordsächsischen Porphyrhügellande, weshalb denn auch gerade hier eine so grosse Anzahl von Kaolinlagern existiert.

Was den Inhalt dieser Art von Kaolinlagersätten betrifft, so lassen sich auch in dieser Beziehung Belege für einen Zusammenhang von Kaolin und Braunkohle aufstellen. Der Kaolin ist als Liegendes der autochthonen Moorkohle bisweilen als

Wurzelboden entwickelt, seine Farbe ist häufig nicht ein reines Weiss, sondern mehr oder weniger graue und crèmefarbige bis braune Farbentöne herrschen vor, die beim Trocknen an der Luft, schneller beim Glühen verschwinden und auf beigemengte organische Colloidstoffe zurückzuführen sind. Nicht selten erhält der Kaolin durch grüne Zersetzungsprodukte von Biotit oder Hornblende ein grüngeflecktes Aussehen. Die grüne Farbe wird durch Eisenoxydul bedingt, und setzt teils geringe Auslaugung, teils vielleicht auch reduzierende Substanzen voraus. Diese Grünfärbung scheint daher auch auf die unter Mooren gebildeten Kaoline beschränkt zu sein, bei anderen Gruppen habe ich sie n i c h t beobachten können. Häufig kommen im Kaolin Schwefelkiesknollen vor, die durch Einwirkung des H_2S-haltigen Moorwassers auf den ausgelaugten Fe-Gehalt des Gesteines zurückzuführen sein dürften. Nicht minder häufig sind Körner und auch grössere Konkretionen von Spateisenstein, die auf CO_2 als kaolinbildenden Agens hinweisen.

Die Betrachtungen über die Verbreitung des Kaolins sowohl wie über Form und Inhalt der Lagerstätten bestätigen daher den Schluss, dass der Zusammenhang von Kaolin und Kohle ein u r s ä c h l i c h e r ist. Dafür spricht auch die Tatsache, dass sowohl unter rezenten Mooren wie auch unter den Kohlen a n d e r e r Formationen, ebenfalls kaolinartige Zersetzungsprodukte auftreten. Wir erwähnten im speziellen Teile, dass unter der karbonischen Kohle von Zwickau Melaphyr zu graugrünen Tonen zersetzt ist. Nach Tannhäuser ist der Neuroder Schieferton im Liegenden der dortigen Steinkohle durch karbonisches Moorwasser umgewandelter Diabas. In englischen Steinkohlenrevieren, sowie auch unter der Liaskohle von Fünfkirchen in Ungarn tritt gleichfalls

Kaolin auf. Nach den Ausführungen von Braun scheint der Kaolin von Bornholm im Zusammenhange mit der dortigen Rhät-Liaskohle gebildet zu sein. Wie mir Herr Dr. Stremme mitzuteilen die Güte hatte, erstreckt sich hier der Komplex der „kohlenführenden Schichten", bis auf die Kaolinlager hin, in deren unmittelbarem Hangenden er in Gestalt kohliger Sande und Tone anzutreffen ist.

Gegen die Annahme, dass die tertiären Kaoline Norddeutschlands unter der Braunkohle enstanden sind, ist von Barnitzke der Einwand gemacht worden, dass „u n t e r dem Braunkohlenhorizont" Kapseltone liegen, „die das Vorhandensein primärer Kaolinlager schon vor der Braunkohlenzeit beweisen." Barnitzke gibt leider nicht an, w o diese Tatsache zu beobachten ist. Mir sind derartige Fälle nicht bekannt geworden und auch in der Literatur über die Halleschen Kaoline habe ich vergeblich danach gesucht. Laspeyres bezeichnete bekanntlich alle Kaoline, nicht nur die verfrachteten, als Kapseltone, so auch z. B. die in situ kaolinisierten rotliegenden Porphyrtuffe. Wenn also Barnitzke sich hier etwa auf Angaben oder Profile von Laspeyres berufen sollte, so müsste zum mindesten erst untersucht werden, was für ein Kapselton" in dem betreffenden Falle vorliegt. Dass die gewöhnlichen Braunkohlentone allochthone Kaoline darstellen, das ist jedenfalls sehr unwahrscheinlich, finden sich dieselben doch auch in Gebieten, wo Kaolin kaum jemals vorhanden war. Wo Kaolin von autochthoner Kohle überlagert wird, schalten sich stets nur schwache Zwischenmittel von leicht durchlässigen Sanden, seltener einmal von geringmächtigen sandigen Tonen ein. Diese waren jedenfalls nicht geeignet, die Einwirkung der Moorwässer auf das Gestein zu verhindern.

Dass die Kaolinvorkommen unserer Gruppe wirklich verschiedenen Alters sind und nicht Reste einer

praeoligocänen Grauerdenrinde, dafür wird sich wahrscheinlich demnächst ein Beweis erbringen lassen, nämlich in dem Eibauer Vorkommen. Der Kaolin ist hier zweifellos jünger als die Basalte des obersten Oligocäns. Da die Lagerstätte noch nicht genügend abgebohrt ist, kann ihre exogene Natur einstweilen nur vermutet werden. Ergibt sich, dass ein Zusammenhang mit dem Basalte nicht besteht, so haben wir bei Eibau eine Lagerstätte, deren Alter sich mit grosser Genauigkeit bestimmen lässt und die gleichzeitig die Annahme einer praeoligocänen Kaolinrinde einwandsfrei widerlegen würde.

Wir kommen zu dem Schluss, dass die exogenen Kaoline Deutschlands zum grössten Teile ihre Entstehung der Einwirkung tertiärer Moore, die uns zum Teil noch heute als autochthone Braunkohlenlager vorliegen, auf ihre Gesteinsunterlage verdanken. Eine kleinere Gruppe ist unter karbonischen Mooren gebildet worden. Unter dem Einfluss blosser CO_2-haltiger, atmosphärischer Sickerwässer der Keuperzeit ist nach Lang die Kaolinisierung der eisenarmen schwäbischen Stubensandsteine erfolgt, wahrscheinlich in gleicher Weise auch im Steigerwalde. Schliesslich bleiben unter den exogenen deutschen Kaolinen noch die in der Hutzone von Graphitlagerstätten auftretenden zu erwähnen, deren Bildung nach Ansicht des Verfassers mit dem Graphit selbst bezw. dessen Oxydationsprodukten im Zusammenhange steht, da eine solche Kaolinbildung a u s s c h l i e s s l i c h für die G r a p h i t lagerstätten charakteristisch ist.

II. Endogene Kaoline.

Ebenso wie der Röslersche Erklärungsversuch, alle Kaoline auf postvulkanische pneumatolytische Prozesse zurückzuführen, verfehlt war, ist auch die entgegengesetzte einseitige Annahme zu verwerfen, dass

die Kaolinisierung in allen Fällen eine Oberflächenzersetzung sei. Vielmehr haben wir in Deutschland neben den soeben behandelten exogenen Kaolinen auch eine nicht unbeträchtliche Gruppe von Kaolinlagerstätten kennen gelernt, deren Bildung durch aus der Tiefe wirkende Agentien eingeleitet wurde. Es handelt sich dabei zweiffellos um postvulkanische Prozesse, wenngleich der Charakter derselben ein wesentlich anderer ist, als ihn sich Rösler vorstellte. Wohl bemerkt, gelten diese Betrachtungen einstweilen nur für die deutschen Kaolinvorkommen, wenn auch Verfasser der Ansicht ist, dass dieselben im wesentlichen auch auf die Kaolinlagerstätten der übrigen Länder zutreffen werden

Rösler legte bei der Beurteilung der Genesisfrage den grössten Wert auf einige accessorische Mineralien, die er in 17 von ca. 50 Fällen im Kaolin nachweisen konnte, Turmalin, Topas und Flussspat. Auf Grund dieser Mineralien schloss er, dass bei der Kaolinisierung ähnliche Agentien tätig waren wie bei der Bildung der Zinnerzlagerstätten, d. h. eine Pneumalosyse, bei der Bor- und Flusssäureexhalationen eine wesentliche Rolle spielten. Das häufige Auftreten von Spateisenstein im Kaolin veranlasst ihn jedoch, auch die Mitwirkung von CO_2 anzuerkennen, wenngleich er derselben nur eine untergeordnete Rolle zuschreibt.

Auf die Unhaltbarkeit der Röslerschen Theorie vom chemischen Standpunkte ist durch Stremme mehrmals hingewiesen worden.

Die Bildung von Kaolin, d. h. dem Feldspatrestton, kann lediglich durch schwache Säuren, insbesondere CO_2, erfolgen, während alle schärferen Säuren auch den Tonerdegehalt der Feldspäte zersetzen und bei Gegenwart von Wasser fortführen würden. Es restiert daher bei derartigen Zersetzungsprozessen, wie

Bunsen durch seine isländischen Studien gezeigt hat, ein Endprodukt, dass im wesentlichen aus Kieselsäure besteht. Die Solfatarentätigkeit, bei der Schwefeldioxyd wirksam ist, führt zu einer Umwandlung der Feldspäte in Alunit, nicht in Kaolin. Auch die Alaunschiefer sind ein Beispiel dafür, in welcher Weise Schwefelsäure auf ein Tonerde haltiges Gestein einwirkt.

Für Pneumatolyse im Sinne Röslers mit den charakteristischen Neubildungen von Turmalin und Topas haben wir in Deutschland ein Beispiel in den Zinnerzlagerstätten des sächsisch-böhmischen Erzgebirges. Hier hat dieselbe jedoch nicht zu einer Kaolinisierung, sondern vielmehr zu einer Silificierung der Gesteine geführt. Die Feldspäte wurden völlig zerstört, oder es bildeten sich Verdrängungspseudomorphosen von Topas nach Feldspat, wo sich dagegen in den Greisen noch Feldspäte finden, sind sie frisch oder teilweise silificiert, nicht aber kaolinisiert. Wenn tatsächlich ganz untergeordnet Kaolin im Bereiche dieser Zinnerzformation auftritt, so kann er jedenfalls nicht als das normale Umwandlungsprodukt der pneumatolytisch beeinflussten Gesteine gelten, sondern hängt allenfalls mit einem Nebenprozess der Zinnerzbildung zusammen.

Aehnlichen pneumatolytischen Prozessen wie in den Zinnerzlagerstätten dürften die Turmalin- und Topasvorkommen der zahlreichen Pegmatitgänge ihre Entstehung verdanken. Jedoch ist auch für diese die Kaolinisierung keineswegs charakteristisch. Besonders im Fichtelgebirge lässt sich beobachten, wie in einem relativ kleinen Gebiete der normale Granit an zahlreichen Stellen kaolinisiert ist, während die häufigen Pegmatitgänge frisch sind. Die Vorkommen von Kaolin in Gesellschaft turmalinführender Pegmatitgänge sind selten, und dann lässt sich regel-

mässig, wie zum. Beispiel in der Oberpfalz, der Nachweis führen, dass dieser Zusammenhang kein ursächlicher ist, sondern dass die Pegmatitgänge als zufällige Begleiter des Granits mit letzterem zusammen der Kaolinisierung anheimfielen.

Was nun das Vorkommen von Turmalin und Topas in den Kaolinen betrifft, so ist zu betonen, dass Rösler diese Mineralien fast ausschliesslich in den Granitkaolinen nachwies. Dagegen hat er unter 22 Proben kaolinisierten Porphyrs bezw. Pechsteins nur in 2 Fällen Spuren von Turmalin gefunden, Topas überhaupt nicht. Die Turmalin- und Topasführung ist daher nicht ein Charakteristikum der Kaoline überhaupt, sondern höchstens der Granitkaoline. In den Graniten sind diese Mineralien aber durchaus nicht selten, besonders der Turmalin. Letzterer tritt z. B. in der Gegend von Tirschenreuth in so erstaunlicher Menge in den dortigen Gesteinen auf, dass es nicht Wunder nehmen kann, wenn er sich auch in den kaolinisierten Gesteinen wiederfindet.

Wie treten denn nun diese Mineralien in den Kaolinen auf? Rösler führt selbst an, dass der Topas im Kaolin häufig zu schuppigen, muskowitartigen Aggregaten zersetzt ist. Auch die Kaolinisierung nimmt nicht selten den Umweg über Muskowit- und Serizitbildung. Die Zersetzung des Topases ist daher ein der Kaolinisierung der Feldspäte durchaus analoger Vorgang, der daher auch auf dieselben Agentien zurückzuführen ist. Wenn aber der Topas ebenfalls in der Richtung auf Kaolin hin zersetzt ist, kann er nicht durch die kaolinisierenden Agentien gebildet sein.

Aehnliches gilt vom Turmalin. Dieser widersteht zwar der chemischen Zersetzung, wohl aber zerfallen die Schörlmassen, wie Müller beobachtet hat, durch

Witterungseinflüsse leicht in ein Haufwerk kleiner Krystallfragmente. Analoge, aufgelockerte und zerfallene Schörlaggregate treten in den Kaolinen in erheblicher Tiefe auf, so dass Witterungseinflüsse hier nicht in Betracht kommen können, vielmehr die kaolinisierenden Agentien selbst als Ursache herangezogen werden müssen. Agentien aber, die den Zerfall des Turmalins bedingten, können ihn nicht gebildet haben, so dass auch der Turmalin nicht als der Kaolinisierung gleichzeitige Neubildung aufgefasst werden kann.

Ueberhaupt dürfte die Bedeutung des Turmalins für die Lagerstättengeologie weit überschätzt werden. Der Turmalin tritt einmal als ein recht häufiger accessorischer Bestandteil der verschiedenartigsten Gesteine auf, und zwar auf weite Erstreckung hin. In diesem Falle hängt seine Bildung lediglich von der Beschaffenheit des Magmas ab. Sodann ist der Turmalin in zweiter Linie typisches Kontaktmineral. Bei der Kontaktmetamorphose spielen pneumatolytische Prozesse jedenfalls immer mehr oder weniger eine Rolle, so dass in diesem Falle möglicherweise auch Pneumatolyse in gewissem Sinne für die Bildung des Turmalins geltend gemacht werden kann. Es ist aus dem angeführten Grunde überhaupt schwer, zwischen kontaktmetamorphen und pneumatolytischen Bildungen eine scharfe Grenze zu ziehen. Man ist im allgemeinen gewöhnt, wie das auch Rösler tat, unter Pneumatolyse im engeren Sinne post vulkanische Gasexhalationen zu verstehen, wie sie als letzte Aeusserungen vulkanischer Tätigkeit aufzutreten pflegen (z. B. Borsäureexhalationen in der toskanischen Maremme). Dass sich Turmalin auf solchem Wege gebildet hat, das mag in einzelnen Fällen, wie z. B. bei den Zinnerzlagerstätten zutreffen, eine Verallgemeinerung dieser Ansicht halte ich dagegen für verfehlt. Und wenn

man auf Grund von Turmalinfunden gleich auf den pneumatolytischen Charakter einer Lagerstätte schliessen will, wie das z. B. neuerdings auch für die Schmirgellagerstätten beansprucht wird, so sind m. E. solche Theorien mit grosser Vorsicht aufzunehmen.

Für die Kaolinlagerstätten kann es jedenfalls als erwiesen gelten, dass Turmalin und Topas mit der Bildung derselben in keinem ursächlichen Zusamenhange stehen, sondern dass jene Mineralien als ursprüngliche Gesteinsgemengteile bereits vor der Kaolinisierung vorhanden waren. Pneumatolyse im Sinne Röslers kommt daher in Deutschland in keinem einzigen Falle als kaolinisierendes Agens in Betracht. Die endogenen Kaoline Deutschlands sind, wie im speziellen Teile gezeigt worden ist, nicht durch eigentliche Pneumatolyse, sondern durch Pneumatohydatolyse entstanden, nämlich durch aus der Tiefe aufsteigende CO_2-haltige Wässer.

Die Mitwirkung von H_2O bei der Kaolinisierung ist ein notwendiges Postulat, gehört doch die Wasseraufnahme zum Wesen der Kaolinbildung, sind doch ferner die zahlreichen Neubildungen von Gel-Mineralien, also der colloidalen Kieselsäure (Opal, Chacedon etc.) oder des Eisenoxydydrates ohne Beteiligung von H_2O ganz unmöglich.

Es ist bereits früher von Stremme auf die Wahrscheinlichkeit hingewiesen worden, dass Säuerlinge mit ihrem Gehalt an freier CO_2 wohl imstande seien, ein Gestein zu kaolinisieren. Die erste einwandsfreie Bestätigung dieser Vermutung erbrachten dann die Untersuchungen von Gagel und Stremme über Kaolinisierung am Giesshübler Säuerling. Später beschrieben Stremme und Grupe einen zweiten Fall von Kaolinisierungserscheinungen durch Säuerlinge, den ersten in Deutschland, an den Basalten des Solling. Die vor-

stehenden Ausführungen haben gezeigt, dass diese Art von Kaolinbildung in Deutschland weit häufiger ist, als bisher bekannt war. Besonders im Basaltgebiete des südlichen Fichtelgebirges und der nördlichen Oberpfalz dürften fast alle Kaoline durch Säuerlinge entstanden sein, die im Gefolge der Basalteruption auf Spalten in die Höhe drangen und die Zersetzung des Gesteins einleiteten.

Charakterisiert wird dieser Typ von Kaolinlagerstätten durch eine langgestreckte, schmale Gestalt, die den Verlauf der Spalte andeutet, ferner dadurch, dass die Kaolinisierung bis in unbekannte Tiefen hinabreicht, wobei die Intensität derselben regelmässig zunimmt. Die Lagerstätten sind gebunden an Gebiete jungvulkanischer Tätigkeit und finden sich vorzugsweise am Fusse der Vulkankegel auf radial aufgerissenen Spalten. In anderen Fällen haben die Säuerlinge ältere Spalten zum Austritt benützt oder sind auf Verwerfungen emporgedrungen, die zwar noch mit der betreffenden vulkanischen Eruption im ursächlichen Zusammenhange stehen, sich aber vom eigentlichen Vulkangebiet nicht unerheblich entfernen können. Als besonders bevorzugt für das Aufreissen derartiger Spalten haben wir im Fichtelgebirge Einlagerungen von Karbonatgesteinen kennen gelernt, die gegenüber den benachbarten krystallinen Schiefern tektonisch schwächere Gebilde darstellen. Die Kaolinisierung durch Säuerlinge auf solchen längs der Kalkeinlagerungen aufgerissenen Spalten ist insofern von grossem Interesse, als die Kaolinisierung in diesem Falle mit recht charakteristischen Begleitbildungen vergesellschaftet sein kann, die dann mit ersterer in genetischem Zusammenhange stehen. Als solche, der Kaolinisierung parallele Prozesse haben wir im Fichtelgebirge kennen gelernt: Dolomitisierung der Kalke, Speckstein- und Pseudophitbildung und metasomati-

sche Spateisensteinbildung. Pseudophitbildung ist auch bei den Kaolinen unserer Gruppe möglich und z. T. beobachtet worden, die nicht an Kalke gebunden sind, wenn nämlich Säuerlinge den Alkalisilikaten der Feldspäte Magnesiakarbonat zuführen.

Weitere Begleitbildungen, sowie der Inhalt dieses Types von Kaolinlagerstätten hängen im wesentlichen von der Natur der betreffenden Säuerlinge ab. Für alle gilt zunächst, dass die Farbe des Kaolins rein weiss oder gelblichweiss ist — Grünfärbung habe ich niemals beobachten können — und dass graues oder braunes durch Humussubstanzen gefärbtes Material in der Regel nicht vorkommt. Wenn das ausnahmsweise doch der Fall ist, so ist der Gehalt an organischer Substanz jedenfalls nicht bei der Kaolinisierung zugeführt worden. Der Fe-Gehalt dieser Kaoline ist durchschnittlich höher als der unserer exogenen, tertiären Moorkaoline. Besonders dann ist er nicht unbedeutend, wenn der Säuerling in der Tiefe eisenreiche Gesteine zersetzt und dadurch bereits einen mehr oder weniger erheblichen Fe-Gehalt bekommen hatte.

Im Kaolin tritt das Fe überwiegend als Oxyd auf und zwar in zwei Modifikationen: Als braunes und gelbes Oxydhydrat und als rotes, wasserfreies oder -armes Oxyd. Als Oxydhydrat ist es in der ganzen Masse fein verteilt, wodurch häufig eine Gelbfärbung des Kaolins bedingt ist, ausserdem tritt es in kleineren und grösseren (bis Nussgrösse) Konkretionen und Knollen auf, die z. T. wohl aus Spateisen hervorgegangen sind. Besonders interessant sind solche Bildungen von Tirschenreuth, wo ich in einer nussgrossen Schale von festem Brauneisenstein gelbes Eisenoxydhydratgel fand. Das rote Eisenoxyd verleiht dem Kaolin bisweilen ein fleckiges und streifiges Aussehen und findet sich ausserdem nicht selten in schwachen Röteltonschichten, die über dem Kao-

lin abgesetzt sind. In der Oxydulform findet sich das Eisen in unseren Kaolinen weit seltener, und zwar dann regelmässig als Karbonat. Solche Körner von Eisenspat sind meist nur mikroskopisch nachzuweisen, sind aber von Rösler in zahlreichen Proben festgestellt worden.

Wo die Säuerlinge beim Austritt einen hohen Eisengehalt besassen („Eisensäuerlinge"), kam es nicht selten zur Bildung von Quellerzablagerungen. Diese wurden ursprünglich im wesentlichen als Eisenkarbonat in der Form des Sphärosiderites abgesetzt, aus dem durch spätere Oxydation und Wasseraufnahme meist Brauneisenerz hervorging. Solche Quellabsätze sind zum grossen Teil ebenfalls charakteristische Begleiter der Kaoline.

Andererseits kommt es vor, dass solche Fe-haltigen Säuerlinge, wenn sie über die oben ausgestreuten Gerölle hinwegsickern diese mit einer Haut von Eisenoxydhydrat überziehen. Erhärtet dieselbe im Laufe der Zeit, so zeigt das Geröll einen glänzenden, glaskopfartigen Spiegel von Brauneisen. Derartige Bildungen konnte ich lokal im Hangenden des Kaolins auffinden, so dass auch sie als Erkennungsmerkmale unseres Kaolintypes in Betracht kommen können.

Ein besonders bemerkenswerter Fall ist der, dass die Säuerlinge einen Gehalt an Pb aufweisen. Das Blei ist in diesem Falle als Karbonat (Cerussit), gelöst und kann, wenn der Säuerling ein Gestein kaolinisiert (Bspl. Amberger Kaolinsandsteine) durch die neugebildete Kaolinsubstanz adsorbiert werden. Wo der Säuerling sehr Pb-reich war, der grösste Teil der CO_2 daher chemisch gebunden, konnte es nur zu einer schwachen Kaolinisierung, dafür aber zu reichlicherer Weissbleierzbildung kommen, so dass auch derartige epigenetische Bleierzlagerstätten als Begleiter der Kaoline auftreten können bezw. umgekehrt.

Damit wäre dieser Typus von Kaolinlagerstätten, die durch kalte Säuerlinge entstanden sind, im wesentlichen kurz charakterisiert. Jedoch sind damit die endogenen Kaolinvorkommen unseres Vaterlandes nicht erschöpft. Wir haben im speziellen Teile mehrere Fälle kennengelernt, in denen die Kaolinbildung an hydatogene Erz- und andere Mineralgänge geknüpft erschien. Im sächsischen Erzgebirge sind es Roteisensteingänge, im Odenwald kupfererzführende, verkieselte Barytgänge, in der bayerischen Oberpfalz (bei Naabburg) Flussspatgänge. Die Bildung dieser Gangmassen wird allgemein auf Thermalwässer zurückgeführt, so dass wir in diesem Falle auch mit einer Kaolinisierung durch Thermalwässer zu rechnen haben dürften.

Während wir Kaolinisierung durch kalte Säuerlinge noch heute mehrfach beobachten können, sind mir in Deutschland keine Beispiele für rezente Kaolinbildung durch Thermalwässer bekannt geworden. Ueberhaupt liegen über diesen Gegenstand exakte Forschungen z. Zt. noch nicht vor. Ob die weissen Zersetzungsprodukte der Granitbreccie an der Karlsbader Therme mit Kaolin zu identifizieren sind, ist noch nicht sicher erwiesen, wenngleich es nicht unwahrscheinlich ist, denn es liegt kein prinzipieller Grund gegen die Annahme vor, dass Thermalwässer kaolinisierend wirken können, sofern sie CO_2-haltig sind. In der Regel freilich werden derartige Thermen bei ihrer hohen Lösungstension an Salzen gesättigt sein, so dass freie CO_2 nicht mehr lösend wirken kann.

C. Allgemeines über Kaolinbildung.

Die vorhergehenden Betrachtungen haben gezeigt, dass die Mannigfaltigkeit der kaolinbildenden Agentien auf eine Grundbedingung zurückgeführt werden kann, CO_2 in wässeriger Lösung. Was

nun den Kaolinisierungsprozess selbst betrifft, so galt es bisher als eine allgemein ankannte Tatsache, dass bei der Zersetzung der Feldspäte Alkalien, Erdalkalien, Eisen und ein Teil der Kieselsäure fortgeführt werden, während ein wasserhaltiges Tonerdesilikat von der Formel $H_4 Al_2 Si_2 O_9$ als unlöslicher „Feldspatrestton“ zurückbleibt.

Dieser Ansicht glaubt R. Lang auf Grund seiner Beobachtungen an den schwäbischen Kaolinsandsteinen entgegentreten zu müssen. Lang kommt bei der mikroskopischen Untersuchung dieser Sandsteine zu dem Schluss, dass der Kaolin nicht als Feldspatrest zu betrachten sei, sondern sich aus wässeriger Lösung in den Lücken des Sandsteins abgesetzt habe, während als eigentliches Restprodukt der Feldspäte stets Serizit zu beobachten sei. Dieser Schluss ist vom chemischen Standpunkte aus unhaltbar; der Kaolin ist für das Agens, das für seine Bildung in Betracht kommt, nämlich CO_2 in wässeriger Lösung, unlöslich. Auch wäre, wenn wir uns auf den Standpunkt Langs stellen, ein kaolinisierter Felsitporphyr, Pechstein oder irgend ein anderes dichtes Gestein, das keine Hohlräume für den Absatz des Kaolins aus wässeriger Lösung aufweist, geradezu unmöglich.

Es ist bereits mehrfach von Stremme u. a. darauf hingewiesen worden, dass die Kaolinbildung häufig den Umweg über Muskowit- bezw. Serizitbildung nimmt. Die Serizitisierung der Feldspäte in den schwäbischen Stubensandsteinen ist daher ein der Kaolinisierung analoger Vorgang, gewissermassen nur eine unvollkommene Kaolinisierung, während der plastische Kaolin das Endprodukt dieser Zersetzung darstellt. Wenn sich dieses plastische Material vornehmlich in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen klastischen Gemengteilen findet, so ist das nicht weiter auffällig. Das mag teils auf natürliche Ausschlämmung

und Absatz der suspendierten Substanz in den Gesteinshohlräumen zurückzuführen sein, teils aber wohl auch bei der Anfertigung der Schliffe bewirkt worden sein. Ausserdem ist der Uebergang über Serizit im Kaolin durchaus nicht allgemein zu beobachten. Eine Kaolinsandsteinprobe von Steinfels (Oberpfalz), von der ich einen Dünnschliff anfertigen liess, zeigte, u. d. M. direkte Umwandlung der Feldspäte in Kaolin.

Die Mächtigkeit der Zersetzungszone, also der quantitative Inhalt der Kaolinlagerstätten hängt naturgemäss einmal von der Intensität, Wirkungsweise und Wirkungsdauer der kaolinisierenden Agentien ab, in zweiter Linie aber auch vom Gestein selbst. Gesteine mit lockerer Struktur weisen naturgemäss einen höheren Grad der Kaolinisierbarkeit auf, als solche von dichtem Gefüge. Daher werden Arkosen und granitische Gesteine unter gleichen Agentien tiefgreifender zersetzt als porphyrische mit mehr oder weniger dichter Grundmasse. Am meisten widerstehen basaltische Gesteine der Kaolinisierung, hier beschränkt sich die Kaolinrinde immer nur auf wenige Zentimeter. Das lässt sich sowohl unter autochthonen Braunkohlen beobachten (Oberpfalz) als auch bei Zersetzung durch Säuerlinge (Solling). Durch Aufblähung scheinen diese Zersetzungsrinden für wässerige Lösungen undurchdringlich zu werden.

Dass auch Lehme und Tone kaolinisiert werden können, hat Weiss experimentell bewiesen. Bis zu welcher Mächtigkeit das der Fall ist, darüber liegen sichere Beobachtungen noch nicht vor, das wird sich auch im einzelnen Falle nach der Beschaffenheit des betreffenden Materiales richten.

Schlussbetrachtung.

Das Resultat des allgemeinen Teiles können wir folgendermassen zusammenfassen: Die Bildung des Kaolins, d. h. des Feldspatresttones erfolgt lediglich durch schwache Säuren, von denen für das Beobachtungsgebiet nur CO_2 in wässeriger Lösung in Frage kommt. Die CO_2-haltigen Wasser werden dem Gestein entweder von oben zugeführt, (exogene Kaoline), teils durch blosse atmosphärische Sickerwässer, in der Regel aber durch Moorwässer — seltener bildet sich die CO_2 unter dem Einfluss der Tagewässer aus Graphitlagerstätten — oder die Agentien kommen aus der Tiefe (endogene Kaoline) in Gestalt von kalten Säuerlingen, seltener Thermalwässern.

Wenn wir die Verbreitung der Kaolinlagerstätten in Deutschland ins Auge fassen, so zeigt sich, dass die überwiegende Mehrzahl und zugleich auch die bedeutendsten an der Basis der norddeutschen Braunkohlenformation in der Provinz Sachsen, Thüringen, Kgr. Sachsen und Provinz Schlesien auftreten, also exogene, tertiäre Kaoline sind, die mit den Braunkohlenbildungen dieser Gebiete in genetischem Zusammenhange stehen. Die endogenen, durch Säuerlinge entstandenen Kaoline haben ihre grösste Verbreitung im nördlichsten Teile Bayerns im Basaltgebiete zwischen Fichtelgebirge und oberpfälzer Wald. Bayern kann daher als ein typisches Gebiet für endogene Kaolinvorkommen gelten, weshalb es auch nicht Wunder nehmen kann, dass die Theorie der postvulkanischen pneumatolytischen Entstehung des Kaolins in Bayern ihren Ursprung finden musste. Kaolinlagerstätten in Begleitung von Erz- und anderen Mineralgängen kommen in Deutschland mehrfach vor, während Kaoline in der Hutzone von Graphitlagerstätten auf die Gegend von Passau und auf einige Punk-

te Niederschlesiens und des Odenwaldes, d. h. also auch auf die Verbreitung der Graphitlagerstätten beschränkt sind.

Technische Verwendung in grösserem Massstabe finden gegenwärtig fast ausschl. die tertiären Moorkaoline, sowie einige durch Säuerlinge gebildete Lagerstätten. Eine wesentliche Rolle spielt bei der Beurteilung der technischen Verwendbarkeit der Fe-Gehalt. Bei den unter Braunkohlenmooren entstandenen Kaolinen ist das Fe in der Regel infolge des vorhandenen Luftabschlusses und reduzierender organischer Substanzen bis auf geringe Spuren völlig ausgelaugt oder doch in eine Form gebracht, in der es leicht auszuschlämmen ist. Bei allen anderen Kaolinisierungsprozessen, bei denen kein Luftabschluss vorhanden ist, wird das Fe dagegen leicht als kolloidales Oxydhydrat ausgeschieden und vermindert dann die Brauchbarkeit des Kaolins nicht unwesentlich.

Die Moorverwitterung ist daher unter allen Kaolinisierungsprozessen zweifellos derjenige, der im allgemeinen die reinsten und technisch wertvollsten Kaoline erzeugt hat, und zu dieser Gruppe gehören denn auch unsere besten deutschen Lagerstätten, wie Meissen, Mügeln, Hohburg, Halle, deren reines Material für die wertvollsten Produkte der Keramik geeignet ist und nicht unwesentlich zu dem Aufschwung der deutschen Porzellanindustrie beigetragen hat.

Lebenslauf.

Am 10. November 1888 wurde ich, Friedrich, Martin, Alfred Stahl, als Sohn des Kaufmannes Paul Stahl und seiner Ehefrau Helene geb. Hammerschmidt zu Berlin geb. Konfession evangelisch. Nach dreijährigem Besuche der Vorschule des Kgl. Friedrich-Wilhelms-Gymnasiums trat ich auf das Gymnasium selbst über, das ich O. 1907 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Im Sommersemester 1907 studierte ich Naturwissenschaften an der Universität Berlin. Im Herbst dieses Jahres erfolgte meine Annahme als Bergbaubeflissener durch das Oberbergamt Halle (Saale), worauf ich von M. 07 bis M. 08 mein praktisches Jahr auf Bergwerken der Provinz Sachsen absolvierte. Von M. 08 an blieb ich an der Universität Berlin immatrikuliert und widmete mich teils an der Universität, teils an der Bergakademie zu Berlin naturwissenschaftlichen, mathematischen, technischen und juristischen Studien. Am 1. Juni 1911 unterzog ich mich der Promotionsprüfung.

Lithomount
Pamphlet
Binders
Gaylord Bros. Inc.
Makers
Syracuse, N. Y.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 070431512